



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**  
**Facultad de Ingeniería Industrial**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones**

**“Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo  
de producto en una empresa de confecciones mediante  
herramientas Lean Manufacturing”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Textil y  
Confecciones

**AUTOR**

María Claudia GALVEZ MORA

**ASESOR**

Oscar TINOCO GÓMEZ

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Galvez, M. (2018). *“Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing”*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## ACTA N°030-VDAP-FII-2018

### SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA TEXTIL Y CONFECCIONES

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **lunes 24 de septiembre de 2018**, a las 15:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

**"MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA UNIDAD DE DESARROLLO  
DE PRODUCTO EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES MEDIANTE  
HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING"**

Que presenta la Bachiller:

**GALVEZ MORA MARÍA CLAUDIA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Textil y Confecciones en la Modalidad: **Ordinaria**.


Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 15:45 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADO por UNANIMIDAD con la calificación promedio de DIECIOCHO (10), lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 24 de septiembre del 2018

  
MG. LOJA HERRERA PEDRO MODESTO  
Presidente

  
ING. MEDINA ESCUDERO ANA MARÍA  
Miembro

  
ING. MENDOZA ALTEZ EDUARDO AURELIO  
Miembro

  
DR. TINOCO CÓMEZ ÓSCAR RAFAEL  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A dios por ser mi guía durante toda mi vida, cuidándome y dándome fortaleza para continuar y concluir mi carrera universitaria

A mis padres, por su apoyo, amor incondicional, por todo el sacrificio y esfuerzo que han realizado por darme una educación de calidad.

A mis hermanos por ser mis compañeros y amigos siempre.

A mi Asesor y profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos.

A mis amigos quienes me acompañaron en esta trayectoria de aprendizaje y conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a dios por permitirme lograr esta meta y enseñarme que cada día se sale adelante con fe y perseverancia.

A mis padres Luis Gálvez y Consuelo Mora porque siempre creyeron en mí y me apoyaron todo este tiempo y sé que lo seguirán haciendo.

A mis hermanos Gonzalo Galvez y Andrea Galvez por ser los mejores hermanos del mundo al haberme apoyado siempre dándome su amor incondicional.

A mi novio Piero Agón por haberme dado siempre el empujoncito para cumplir mis metas.

A mi asesor y director de escuela de Ingeniería Textil el Ing. Oscar Tinoco por su apoyo, paciencia y dedicación a lo largo de la culminación de esta tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ANEXOS .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Situación problemática .....	3
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1 Problema General.....	5
1.2.2 Problema específico .....	5
1.3. Justificación de la investigación .....	5
1.4. Objetivos de la investigación.....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes de la investigación.....	7
2.2 Bases Teóricas .....	9
2.2.1 El concepto de Lean Manufacturing.....	9
2.2.2 Herramienta 5S .....	19
2.2.3 Herramienta TPM.....	39
2.3 Marco conceptual .....	50
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	51
3.1 Formulación de Hipótesis .....	51
3.1.1 Hipótesis general .....	51
3.1.2 Hipótesis específica .....	51
3.1.3 Identificación de variables .....	51

3.1.4	Operacionalización de variables .....	52
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA .....</b>		<b>53</b>
4.1	Diseño de la Investigación.....	53
4.1.1	Tipo y nivel de investigación .....	53
4.1.2	Diseño de la investigación .....	53
4.1.3	Población y muestra .....	54
4.1.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
4.1.5	Procesamiento y análisis de datos .....	55
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>56</b>
5.1	Diagnostico Actual.....	56
5.2	Presentación de resultados.....	77
5.2.1	Análisis y resultados de la implementación de la Metodología 5S .....	77
5.2.2	Análisis y resultados de la implementación de TPM .....	85
5.2.3	Análisis y resultados de la productividad del área. ....	91
5.3	Contrastación de Hipótesis .....	102
5.3.1	Hipótesis de la muestra.....	102
5.3.2	Hipótesis Especifica 5S .....	117
5.3.3	Hipótesis Especifica TPM .....	119
5.3.4	Hipótesis General .....	122
5.4	Discusión de resultados.....	122
<b>CAPÍTULO 6: COSTO BENEFICIO.....</b>		<b>124</b>
6.1	Costo de la implantación.....	125
6.1.1	Costo de las 5S.....	125
6.1.2	Costo de TPM.....	128
6.2	Ahorro de la implantación .....	131
6.2.1	Ahorro de 5S.....	131
6.2.2	Ahorro de TPM.....	134
<b>CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>137</b>
7.1	Conclusiones.....	137
7.2	Recomendaciones .....	139
Referencias.....		140
Anexos .....		142



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N° 1 DIFERENCIA ENTRE KAIZEN Y KAIRYO .....</b>	<b>13</b>
<b>CUADRO N° 2 FASES DE IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>CUADRO N° 3 IMPLEMENTACIÓN POR ETAPAS.....</b>	<b>23</b>
<b>CUADRO N° 4 ETAPAS COMPRENDIDAS EN CADA FASE DE IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA TPM.....</b>	<b>44</b>
<b>CUADRO N° 5 CLASIFICACIÓN DE LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS.....</b>	<b>47</b>
<b>CUADRO N° 6 RELACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE OEE CON LAS SEIS GRANDES PERDIDAS .....</b>	<b>49</b>
<b>CUADRO 7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>52</b>
<b>CUADRO 8 CANTIDAD DE MUESTRAS.....</b>	<b>54</b>
<b>CUADRO N° 9 TIEMPO MIX SEGÚN GRUPOS.....</b>	<b>60</b>
<b>CUADRO N° 10 PRODUCCION ANUAL 2016.....</b>	<b>60</b>
<b>CUADRO N° 11 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 1 .....</b>	<b>61</b>
<b>CUADRO N° 12 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 2 .....</b>	<b>61</b>
<b>CUADRO N° 13 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 3 .....</b>	<b>61</b>
<b>CUADRO N° 14 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 4 .....</b>	<b>62</b>
<b>CUADRO N° 15 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 5 .....</b>	<b>62</b>
<b>CUADRO N° 16 MATRIZ DE PONDERACIÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>CUADRO N° 17 TIEMPO MUERTO DIARIO POR GRUPO .....</b>	<b>64</b>
<b>CUADRO N° 18 NIVELES DE VALORIZACIÓN.....</b>	<b>64</b>
<b>CUADRO N° 19 CUADRO DE SEVERIDAD .....</b>	<b>69</b>
<b>CUADRO N° 20 CUADRO DE OCURRENCIA.....</b>	<b>70</b>
<b>CUADRO N° 21 CUADRO DE DETECCIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>CUADRO N° 22 CUADRO DE NIVEL DE RIESGO ACTUAL .....</b>	<b>71</b>
<b>CUADRO N° 23 HERRAMIENTAS A UTILIZAR .....</b>	<b>77</b>
<b>CUADRO N° 24 INDICADOR BUSQUEDA DE MATERIALES.....</b>	<b>82</b>
<b>CUADRO N° 25 INDICADOR DE LIMPIEZA EN PROCESO .....</b>	<b>83</b>
<b>CUADRO N° 26 CÁLCULO DE OEE .....</b>	<b>91</b>
<b>CUADRO N° 27 REDUCCIÓN DE TIEMPO POR 5S .....</b>	<b>93</b>
<b>CUADRO N° 28 REDUCCIÓN DE TIEMPO POR TPM.....</b>	<b>94</b>

<b>CUADRO N° 29 CUADRO DE NIVEL DE RIESGO .....</b>	<b>98</b>
<b>CUADRO N° 30 TIEMPOS DE TRANSPORTE EN PROCESO ANTES DE LA IMPLEMENTACION .....</b>	<b>103</b>
<b>CUADRO N° 31 TIEMPOS DE TRANSPORTE EN PROCESO DESPUES DE LA IMPLEMENTACION .....</b>	<b>103</b>
<b>CUADRO N° 32 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE TIEMPOS DE TRANSPORTE EN PROCESO .....</b>	<b>104</b>
<b>CUADRO N° 33 PRUEBA 1 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN MOLDE.....</b>	<b>105</b>
<b>CUADRO N° 34 PRUEBA 2 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN CORTE .....</b>	<b>106</b>
<b>CUADRO N° 35 PRUEBA 3 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN COSTURA.....</b>	<b>107</b>
<b>CUADRO N° 36 PRUEBA 4 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN ACABADOS .....</b>	<b>109</b>
<b>CUADRO N° 37 PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5 CON IMPLEMENTACION 5S .....</b>	<b>117</b>
<b>CUADRO N° 38 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5 .....</b>	<b>117</b>
<b>CUADRO N° 39 PRUEBA 1 – PRODUCTIVIDAD GRUPO 5 CON IMPLEMENTACION 5S .....</b>	<b>118</b>
<b>CUADRO N° 40 TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA ANTES DE LA IMPLEMENTACION .....</b>	<b>110</b>
<b>CUADRO N° 41 TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA DESPUES DE LA IMPLEMENTACION .....</b>	<b>111</b>
<b>CUADRO N° 42 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA .....</b>	<b>112</b>
<b>CUADRO N° 43 PRUEBA 1 – TIEMPO DE PARADA DE MÁQUINA EN CORTE</b>	<b>112</b>
<b>CUADRO N° 44 PRUEBA 2 – TIEMPO DE PARADA DE MÁQUINA EN COSTURA .....</b>	<b>114</b>
<b>CUADRO N° 45 PRUEBA 3 – TIEMPO DE PARADA DE MÁQUINA EN ACABADOS.....</b>	<b>115</b>
<b>CUADRO N° 46 PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5 CON IMPLEMENTACION TPM .....</b>	<b>120</b>
<b>CUADRO N° 47 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5 .....</b>	<b>120</b>
<b>CUADRO N° 48 PRODUCTIVIDAD GRUPO 5 CON IMPLEMENTACION TPM.</b>	<b>121</b>
<b>CUADRO N° 49 COSTO POR HORA-HOMBRE 5S.....</b>	<b>126</b>
<b>CUADRO N° 50 COSTO POR CAPACITACIONES 5S .....</b>	<b>127</b>
<b>CUADRO N° 51 COSTO DE MATERIALES 5S.....</b>	<b>127</b>
<b>CUADRO N° 52 COSTO POR HORA-HOMBRE TPM .....</b>	<b>129</b>
<b>CUADRO N° 53 COSTO POR CAPACITACIONES TPM.....</b>	<b>129</b>

<b>CUADRO N° 54 COSTO DE MATERIALES TPM .....</b>	<b>129</b>
<b>CUADRO N° 55 TIEMPO DE REDUCCION .....</b>	<b>131</b>
<b>CUADRO N° 56 CANTIDAD DE PERSONAL DISPONIBLE.....</b>	<b>131</b>
<b>CUADRO N° 57 RECURSOS 5S.....</b>	<b>132</b>
<b>CUADRO N° 58 FLUJO DE CAJA 5S .....</b>	<b>133</b>
<b>CUADRO N° 59 TIEMPO DE REDUCCION .....</b>	<b>134</b>
<b>CUADRO N° 60 CANTIDAD DE PERSONAL DISPONIBLE.....</b>	<b>134</b>
<b>CUADRO N° 61 RECURSOS TPM.....</b>	<b>135</b>
<b>CUADRO N° 62 FLUJO DE CAJA TPM.....</b>	<b>136</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 1 INDICADOR DE RECHAZO .....</b>	<b>4</b>
<b>FIGURA N° 2 EFECTOS DEL AUTOMANTENIMIENTO .....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA N° 3 PILARES DE LAS 5S .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA N° 4 PLAN DIRECTOR.....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA N° 5 COEFICIENTES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DEL OEE .....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA N° 6 PROCESO DE MANUFACTURA .....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA N° 7 PLAN DE TRABAJO DE INGENIERIA – ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA N° 8 DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO - ACTUAL.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA N° 9 ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA - ACTUAL.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA N° 10 ISHIKAWA – 5S .....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA N° 11 ISHIKAWA TPM.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA N° 12 TARJETA ROJA .....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA N° 13 TIEMPO DE PARADA DE LAS MÁQUINAS DE UDP .....</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA N° 14 DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO - FINAL .....</b>	<b>997</b>
<b>FIGURA N° 15 ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA - FINAL .....</b>	<b>99</b>

## **ANEXOS**

<b>Anexo 1: Matriz de Consistencia .....</b>	<b>142</b>
<b>anexo 2: Descripcion de la empresa en estudio.....</b>	<b>143</b>
<b>anexo 2 Organigrama de la empresa.....</b>	<b>147</b>
<b>anexo 3 Estaciones de trabajo y maquinaria actual .....</b>	<b>151</b>
<b>anexo 4 Estaciones de trabajo y maquinaria propuesto .....</b>	<b>152</b>

## **RESUMEN**

El presente trabajo se desarrolló en una empresa textil con la finalidad de mejorar la productividad de la unidad de desarrollo de producto. Para ello se implementó una metodología basada en el análisis, diagnóstico y propuestas de mejora para lograr mejores indicadores de productividad.

En la parte inicial del trabajo se explican los conceptos de las principales herramientas de Lean Manufacturing, luego se delimita el caso de estudio al grupo 5, esto como consecuencia del análisis de los tiempos de ciclo y la identificación de los desperdicios a lo largo del Proceso productivo del grupo, siendo el grupo 5 el proceso con la capacidad más restrictiva. Luego de delimitar el estudio, se realizó el diagnóstico utilizando el diagrama de actividades para conocer el proceso de desarrollo de muestra y la matriz AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallos) para conocer los niveles de riesgo más altos.

En el análisis realizado se identificaron los principales problemas detectados en el AMEF actual, los cuales fueron falta de orden y limpieza en el área y el alto índice de horas paradas de máquina. Es por esa razón que se propuso implementar herramienta de Lean Manufacturing como solución a estos problemas, las cuales son la implementación de la metodología 5S y la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total)

La correcta implementación de las herramientas de manufactura esbelta logró un aumento en los tres indicadores que involucran el OEE (Eficacia Global de los

Equipos). El primer indicador es el incremento de la disponibilidad de las maquinas en 8% provocado por la reducción del tiempo de setup (configuración) y del tiempo de reparación de las máquinas. Otro indicador que impacta en el beneficio es el rendimiento de las líneas de confección, aumentando en 7% debido al alza del tiempo bruto de producción. Por último, la tasa de calidad obtiene un crecimiento de 12% como consecuencia de la reducción de productos defectuosos. Estos tres indicadores logran un incremento del OEE de 21%.

Otros beneficios son el incremento de la capacidad productiva, ahorro de horas hombres, incremento del área de trabajo y motivación del personal.

Palabras clave: productividad, herramientas Lean Manufacturing, textiles

## **ABSTRACT**

The present work is in a textile company with the purpose of improving the productivity of the product development unit. To this end, a methodology based on analysis, diagnosis and improvement proposals was applied to improve productivity indicators.

In the initial part of the work the concepts of the main tools of Lean Manufacturing are explained, then the case study is limited to group 5, as a result of the analysis of the cycle times and the identification of the waste throughout the process. productive group, with group 5 being the process with the most restrictive capacity. After delineating the study, the diagnosis was made using the activity diagram to know the process of sample development and the AMEF matrix (Mode Analysis and Failure Effect) to know the highest risk levels.

In the analysis carried out, the main problems identified in the current FMEA were identified, which were lack of order and cleanliness in the area and the high rate of machine shutdowns. This is the reason why it was proposed to implement the Lean Manufacturing tool as a solution to these problems, which are the implementation of the 5S methodology and the TPM methodology (Total Productive Maintenance)

The correct implementation of the lean manufacturing tools achieved an increase in the three indicators that involve the OEE (Global Efficiency of the Teams). The first indicator is the increase in the availability of the machines by 8%, caused by the reduction of the configuration time and the repair time of the machines. Another indicator that impacts on the performance benefit of the clothing lines, increases by



7% due to the production growth time. Finally, the quality rate achieves 12% growth as a result of the reduction of defective products. These three indices achieved an increase of OEE of 21%.

Other benefits for the increase of productive productivity, saving of hours for men, increase of the area of work and motivation of the personnel.

Keywords: productivity, Lean Manufacturing tools, textiles

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria textil y de confecciones es uno de los sectores manufactureros de mayor importancia para el desarrollo de la economía nacional, por sus características y potencial constituye una industria altamente integrada y generadora de empleo que utiliza en gran medida recursos naturales del país. (SÁNCHEZ, 2003)

En este sentido, las empresas de la industria textil y confecciones, en su esfuerzo por mantenerse competitivos en el mercado, deben de adoptar nuevas técnicas para mejorar su competitividad y una de estas es la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, que permitirán reducir sus costos de producción, eliminar sus desperdicios, realizar un flujo continuo del material hasta que lo reciba el cliente, con una calidad óptima, el tiempo solicitado y en las cantidades requeridas. (MEJIA, 2013)

El presente trabajo contempló el diagnóstico y propuesta de mejora del sistema productivo de la Unidad de Desarrollo de Producto (UDP) en el grupo 5 (Saco, Sacón y Abrigo), bajo los principios y técnicas de la manufactura esbelta. Para ello se ha recopilado información referente a producción y calidad del año 2016 de la empresa en estudio.

De esta forma en el CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, se definió la situación problemática conjunto con la formulación del problema y la justificación de la investigación planteando y los objetivos de la investigación para con esto delimitar el contexto del trabajo presentado.

En el CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO, brinda una base teórica acerca de la filosofía de Lean Manufacturing, así como el detalle de los cinco principios de las herramientas Lean y los ocho desperdicios de la metodología. A la vez, se desarrollan sus herramientas con las que se analizó el sistema de producción actual.

El CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS, comprendió lo siguiente: Formulación de la Hipótesis y operacionalización de variables.

El CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA, comprendió lo siguiente: Diseño de la investigación, población y muestra.

En el CAPÍTULO 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS, se procede a una evaluación de los aspectos influyentes tales como: El grupo con mayor demanda, el grupo con mayor tiempo de ciclo y el grupo con mayor tiempo muerto; para poder identificar el grupo en la cual se debe realizar el estudio en mención y donde se obtenga mayor impacto que se refleje en mejores resultados.

En el CAPÍTULO 6. COSTO BENEFICIO, se ejecutó un análisis del costo beneficio con la finalidad de sustentar la implementación. tomando en cuenta el costo, ahorro e incremento de la productividad generados por la implementación de las propuestas planteadas, logrando con ello validar la factibilidad de las mejoras, cuantificándose el incremento de producción obtenidos y evaluando la rentabilidad de estas herramientas Lean, a través de indicadores económicos, como el VAN y TIR.

En el CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES, finalmente, se expuso las principales conclusiones producto de la investigación realizada y algunas recomendaciones con el fin de garantizar la sostenibilidad de la propuesta de mejora en el tiempo.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Situación problemática**

Actualmente, la empresa en estudio presenta una baja productividad en la unidad de desarrollo de producto por factores como son: falta de mantenimiento, reproceso, lentos tiempos de arranque, atraso en el abastecimiento de materiales, falta de integración de principios de calidad al proceso, personal no capacitado, falta de orden y limpieza, inventarios elevados, etc.

Para el año analizado, la unidad de desarrollo de producto presenta incumplimiento de los programas lo cual genera retrasos en los procesos productivos subsiguientes.

Las circunstancias anteriores pueden llevar a la empresa a la pérdida de productividad la cual ocasiona la disminución de sus ingresos por la pérdida de sus clientes y su posición en el mercado.

Frente a esta problemática, sería conveniente proponer mejoras para la unidad de desarrollo de producto con el objetivo de incrementar la

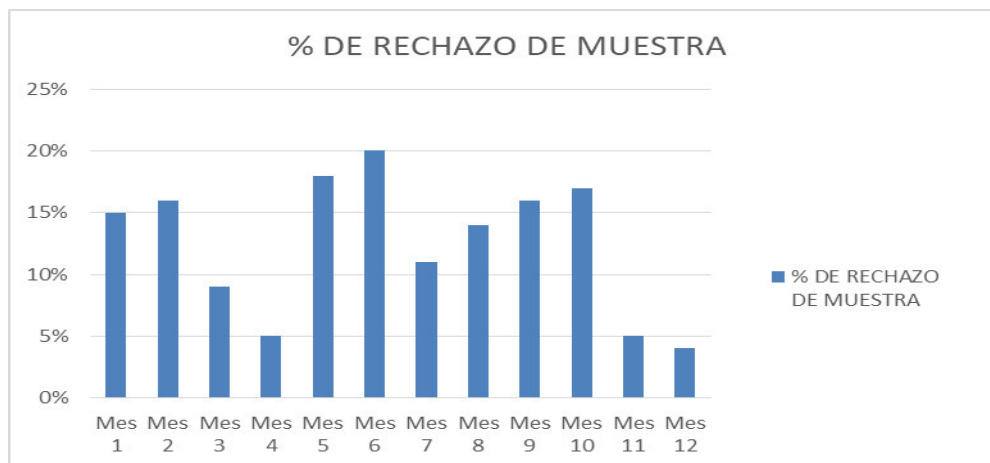
productividad de la unidad.

Ubicando el problema en un contexto específico, se ha podido identificar que la UDP presenta serias deficiencias con respecto a la productividad.

- Falta de mantenimiento
- Reproceso
- Personal no capacitado
- Falta de orden y limpieza

Estas deficiencias afectan el funcionamiento y, con ello, el desempeño de la UDP. Lo cual no sorprende que existan devoluciones del producto al área como lo muestra el indicador de rechazo de Muestras en la figura 1.

**FIGURA N° 1 INDICADOR DE RECHAZO**



Fuente: Elaboración propia

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto?

### **1.2.2 Problema específico**

¿De qué manera la Implementación de la metodología 5S mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto?

¿De qué manera la Implementación de la metodología TPM mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto?

## **1.3. Justificación de la investigación**

Hoy en día es muy importante que las empresas sean productivas ya que de esto dependerá su crecimiento en el mercado y el consiguiente impacto en la sociedad.

Con esta investigación se buscó resaltar las causas de mayor nivel de riesgo y proponer mejoras para aumentar la productividad de la unidad de desarrollo de producto mediante técnicas Lean Manufacturing lo cual contribuirá alcanzar los objetivos planteados.

Esta investigación viene a representar una oportunidad importante para la empresa objeto de estudio, de abordar con precisión cuales son los

problemas que actualmente afectan en la baja productividad de la unidad de desarrollo de producto.

## **1.4. Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad en la unidad de desarrollo de producto.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de la implementación de la metodología 5S en la productividad de la unidad de desarrollo de producto.
- Determinar la influencia de la implementación de la metodología TPM en la productividad de la unidad de desarrollo de producto.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Mejía (2013), en su Tesis “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta.”, llegó a las siguientes conclusiones:

- La implementación es factible de realizar en la línea de algodón del área de confecciones para la familia de productos M003, M012 y M016 con un VAN FCE de S. / 4 543.62 >0 y una TIR FCE de 36%.> COK.
- La implementación de las 5S es fundamental para la implementación del mantenimiento autónomo y la posterior implementación del SMED, ya que sin la base inicial de las 5S sería muy difícil poder implementar otras herramientas de manufactura esbelta.

Tinoco, Tinoco & Moscoso (2016), en su Artículo “Aplicación de las 5S para mejorar la percepción de cultura de calidad en microempresas de confecciones textiles en el Cono Norte de Lima.”, llegaron a la siguiente conclusión:

- La aplicación de la metodología de las 5S en una microempresa de confecciones



textiles del Cono Norte de Lima Metropolitana permite mejorar la cultura de calidad en el equipo productivo de una microempresa de confecciones textiles en el Cono Norte de Lima.

Gacharná & González (2013), en su Tesis “Propuesta De Mejoramiento Del Sistema Productivo En La Empresa De Confecciones Mercy Empleando Herramientas De Lean Manufacturing.”, llegaron a las siguientes conclusiones:

- A través de la simulación realizada en la empresa bajo el experimento de tiempos, se evidenció en los modelos de simulación Promodel (situación actual y situación propuesta) que había una reducción del tiempo de ciclo del 12%, el cual influye positivamente a la mejora del indicador del takt time, ya que se redujo en un 20% el tiempo de ensamble que constituía el cuello de botella que mayor afectaba al flujo de producción identificado anteriormente para la empresa Mercy.

Orozco (2016), en su Tesis “Plan De Mejora Para Aumentar La Productividad En El Área De Producción De La Empresa Confecciones Deportivas Todo Sport.”, llegó a la siguiente conclusión:

- La elaboración e implementación de un plan de mejora para la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport mediante el estudio de tiempos y la utilización de las herramientas VSM y 5S, permitirán que la productividad parcial de la mano de obra se incremente aproximadamente en un 6% en promedio y la productividad global en el área de producción de la empresa en un 15% aproximadamente.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 El concepto de Lean Manufacturing**

Autores como Phil Condit, resaltan la importancia de mejorar continuamente, como condición para mantener una posición competitiva.

(Sanchez & Rajadell, 2010) Sostienen que el Lean Manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jidoka, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del Lean Manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.

### **¿Por qué producción ajustada?**

(Sanchez & Rajadell, 2010) Señalan que debido a las grandes transformaciones de la economía, los clientes son cada vez más exigentes, informados y conscientes del papel importante que juegan, porque son quienes valoran el producto. Los cambios de hábitos, estilos de vida y preferencias han transformado el panorama cultural, social y económico del mundo, obligando a las empresas a ser más flexibles, adecuar los productos y servicios a la nueva realidad, con nuevas formas de distribución y todo ello apoyados en los tres aspectos fundamentales de la competitividad: calidad, rapidez de respuesta y coste.

El principio fundamental de Lean Manufacturing es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a los que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los desperdicios. En general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un desperdicio.

Tradicionalmente, los procesos de mejora se han centrado en el 1% del proceso que aporta valor al producto. Resulta evidente que, si se acepta el elevado porcentaje de desperdicio en el que se incurre en un proceso productivo, se deduce que existe una enorme oportunidad de mejora.

Las empresas manufactureras pueden incrementar su competitividad, mediante la innovación y/o la mejora continua. La innovación tecnológica

proporciona grandes mejoras espaciadas en el tiempo, pero sin continuidad, mientras las técnicas de Lean Manufacturing proporcionan pequeñas y frecuentes mejoras porque agrupan técnicas que lo hacen posible. Por ello, las empresas innovadoras y, además seguidoras de esta filosofía, logran un ritmo de mejora de incremento de la competitividad, óptimo y sostenido en el tiempo.

Otro argumento a favor de la implementación de Lean Manufacturing es la reducción de los costes globales (especialmente los indirectos) mientras se mantienen los estándares de calidad y disminuyen los tiempos de ciclo de fabricación. Cabe señalar que la mayoría de las aplicaciones Lean Manufacturing se encuentran en el entorno de fabricación en serie, línea o repetitiva, en operaciones donde se producen lotes de productos estándar a elevada velocidad y un gran volumen, moviéndose los materiales en flujo continuo.

### **Los pilares del Lean Manufacturing**

(Sanchez & Rajadell, 2010) Afirman que la implementación de Lean Manufacturing en una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, unas herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes. Tal como se ha escrito, los pilares del Lean Manufacturing son:

- La filosofía de la mejora continua: el concepto Kaizen.
- Control total de la calidad: calidad que garantiza para todas las actividades
- El just in time (justo a tiempo)

## **Primer Pilar: Kaizen**

(Sanchez & Rajadell, 2010) Enfatizan que Kaizen no es solo un programa de reducción de costes, sino que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, es lo que se conoce como “mejora continua”. Según Masaki Imai (2007): “en tu empresa, en tu profesión, en tu vida: lo que no hace falta sobra; lo que no suma resta”.

La mejora Kaizen tiene algunas características que la diferencian de la innovación. La innovación implica un progreso cuantitativo que genera un salto de nivel, que generalmente se produce por el trabajo de expertos, sin embargo, la mejora Kaizen consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados (incluyendo a los directivos).

El concepto de Kaizen debe interpretarse como lo mejor en un sentido tanto espiritual como físico. Comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas), y finalmente, tomar decisiones, implementarlas y comprobar su efecto, es decir, es coger la mejor propuesta, planificar su realización y llevarla a la práctica (para alcanzar un determinado efecto).

En un proceso de mejora continua se integran dos tipos de avances diferentes: los pequeños avances conseguidos con numerosos pero pequeñas mejoras, y los grandes saltos logrados gracias a las innovaciones tecnológicas o de organización, que generalmente implican inversiones de tipo económico.

Evidentemente, ambos tipos de mejora deben complementarse. La

mejora de los grandes pasos se denomina Kairyo, mientras que la mejora de los pequeños pasos, se denomina Kaizen y en ella están implicados todos los miembros de la empresa. Tal como puede observarse en el cuadro 1, llega un momento en que los incrementos derivados de la introducción de mejoras son poco significativos.

**CUADRO N° 1 DIFERENCIA ENTRE KAIZEN Y KAIRYO**

Kaizen	Kairyo
Puede y debe implicar a todo el personal	Implica a un número limitado de personas
Se hace el mantenimiento de lo que se tiene y se mejora con un know-how convencional	Se construye un nuevo sistema con inversiones o nuevas tecnologías
Orientación centrada totalmente sobre el personal	Orientación hacia la tecnología
Requiere el reconocimiento de los esfuerzos incluso antes de los resultados	Se realiza exclusivamente en función de los resultados esperados
Se obtiene con la utilización de herramientas de calidad y el ciclo PDCA (ciclo de deming)	Se obtiene con innovaciones tecnológica u organizativas

Fuente: Sanchez & Rajadell, 2010

Por otro lado, en un proceso de mejora continua las personas constituyen el capital más importante, según **Taiichi** Ohno “los recursos humanos son algo que se encuentran por encima de toda medida. La capacidad de esos recursos puede extenderse ilimitadamente cuando toda persona empieza a pensar”, y es que los operarios están en permanente contacto con el medio de trabajo, son los primeros interesados por la organización del puesto, los mejor colocados para captar los problemas antes que nadie en muchos casos capaces para imaginar las soluciones de mejora.

## **Segundo Pilar: El control total de la calidad**

(Sanchez & Rajadell, 2010) señalan que las palabras Control Total de la Calidad fueron empleadas por primera vez por el norteamericano Feigenbaum, en la revista *Industrial Quality Control* en mayo de 1957, donde exponía que todos los departamentos de la empresa, deben implicarse en el control de la calidad, porque la responsabilidad del mismo recae en los empleados de todos los niveles. Según el Ishikawa, el control total de la calidad presenta tres características básicas:

- Todos los departamentos participan del control de calidad. El control de calidad durante la fabricación (mediante un autocontrol y otras técnicas) reduce los costes de producción y los defectos, garantizando los costes bajos para el consumidor y la rentabilidad para la empresa.
- Todos los empleados participan de control de calidad, pero también se incluyen en esta actividad, proveedores, distribuidores y otras personas relacionadas con la empresa.
- El control de la calidad se encuentra totalmente integrado con las otras funciones de la empresa.

## **Tercer Pilar: El Just in Time**

(Sanchez & Rajadell, 2010) reportan que el sistema de producción Just inTime fue desarrollado por Taiichi Ohno, primer vicepresidente de Toyota Motor Corporation, con el objetivo de conseguir reducir costes a través de la eliminación del despilfarro.

Con el JIT se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso, así por ejemplo, un proceso productivo se

dice que funciona en JIT cuando dispone de la habilidad para poner a disposición de sus clientes “los artículos exactos, en el plazo de tiempo y en las cantidades solicitadas”. El periodo de tiempo que preocupa al cliente en el plazo de entrega (lead time), es decir el tiempo transcurrido desde que el cliente pasa un pedido hasta que recibe el material. Este es el tiempo de que dispone el cliente para planificar sus compras y lógicamente este estará más satisfecho cuanto menor y más fiable sea el plazo de entrega.

Por otra parte, al director de producción le preocupa el tiempo de flujo, que es el que transcurre desde que se lanza una orden de producción hasta que el producto está en condiciones de ser expedido. En el tiempo de flujo no se incluye el plazo de aprovisionamiento ni el tiempo de distribución.

- Si el tiempo de flujo es menor que el plazo de entrega, obviamente la fábrica puede producir contra pedido.
- si el plazo de entrega marcado por el cliente es menor que el tiempo de flujo, la fabricación debe iniciarse antes de la llegada del pedido del cliente, en consecuencia, la producción se organiza contra stock y la fábrica debe mantener existencias de producto terminado o en curso.

Sin embargo en el ámbito del Lean Manufacturing se dispone de un mensaje: hay que cuestionar los tiempos estándar, hay que reducir el tiempo de flujo de manera que este llegue a ser tan corto como sea posible. Los esfuerzos han de centrarse en la reducción (o eliminación) del tiempo desperdiciado en todo el proceso a fin de reducir el tiempo de flujo a valores inferiores al plazo de entrega, mientras se asegura una alta calidad y se reducen los costes incrementando la productividad.



## **El Despilfarro**

(Sanchez & Rajadell, 2010) señalan que despilfarro es todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. El valor se añade cuando las materias primas se transforman del estado en que se han recibido en otro estado de un grado superior de acabado que algún cliente está dispuesto a comprar. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, pero sin valor añadido, y que no contribuyen a comunicar valor al producto o servicio. En este caso, estos despilfarros tendrán que ser asumidos.

## **Tipos de Despilfarro**

(Sanchez & Rajadell, 2010) sostienen que, en general, los tipos de despilfarros son los siguientes: sobreproducción, tiempo de espera o tiempo vacío, transporte o movimientos innecesarios, sobre proceso, stock, defectos o errores humanos.

### **1. Despilfarro por “sobreproducción”**

(Sanchez & Rajadell, 2010) especifican que el despilfarro por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio fatal porque no incita a la mejora, ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, representa

un consumo inútil de material, se incrementan los transportes internos y se llenan de stock los almacenes.

Así pues, el despilfarro de la sobreproducción es como una llave que abre la puerta a otras clases de despilfarro. La causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de operación emplean el exceso.

## **2. Despilfarro por “tiempo de espera” o “tiempo vacío”**

(Sanchez & Rajadell, 2010) precisa que el desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Un cliente nunca estará dispuesto a pagar el tiempo perdido durante la fabricación de su producto, así que es preciso estudiar cómo utilizar estos tiempos o bien como eliminarlos.

## **3. Despilfarro “transporte” o “movimientos innecesarios”**

(Sanchez & Rajadell, 2010) señalan que el desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario, quizás por culpa de un layout mal diseñado. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministros. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otro, mayores son las probabilidades de que resulten dañados. En las empresas de servicios estos despilfarros pueden

hacerse evidentes en procesos con varios desplazamientos evitables entre departamentos de la empresa.

#### **4. Despilfarro sobre proceso**

(Sanchez & Rajadell, 2010) Definen el desperdicio por sobre proceso como el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o el valorado por el cliente, en otras palabras, es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles, por ejemplo: verificaciones adicionales. El objetivo de un proceso productivo debería ser obtener el producto acabado sin aplicar más tiempo y esfuerzo que el requerido.

#### **5. Despilfarro stock**

(Ruiz de Arbulo, 2007) menciona que es uno de los despilfarros más frecuentes e importantes y fuente indirecta del resto. Supone un coste adicional por el valor del producto, el espacio utilizado, los transportes, la manipulación, etc.

#### **6. Despilfarro “defectos” o “errores humanos”**

(Ruiz de Arbulo, 2007) sostiene que este tipo de despilfarro aparece como consecuencia de distancias excesivas e innecesarias entre los puestos de trabajo que debe ocupar un operario encargado de realizar varias operaciones. Otras situaciones similares son aquellas en que las personas se desplazan en busca de materiales, herramientas, pedidos y papeles.

### **2.2.2 Herramienta 5S**

#### **¿Que son las 5S?**

(Rey, 2005) señala que es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad.

Las 5S son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada.

Estos nombres son:

#### **Seiri: Organizar y Seleccionar**

Para (Rey, 2005) se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, aprovechamos la organización para establecer normas que nos permitan trabajar en los equipos/máquinas sin sobresaltos. Nuestra meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y nos ayuden a mejorar.

#### **Seiton: Ordenar**

Según Rey (2005), se desecha lo que no sirve y se establecen normas de orden para cada cosa. Además, se colocan las normas a la vista para que sean conocidas por todo y en el futuro permitan practicar la mejora de forma permanente.

Así pues, se sitúan los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

### **Seiso: Limpiar**

(Rey, 2005) señalan que esto significa realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y maquinas/equipos que tenga asignados.

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo como son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, donde están los focos de suciedad de su máquina/puesto.

Así pues, se ha de lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, viruta, etc., en el piso, ni en las máquinas y quipos.

Posteriormente y en grupos de trabajo hay que investigar de donde proviene la suciedad y sensibilizarse con el propósito de mantener el nivel de referencia alcanzado, eliminando las fuentes de suciedad.

### **Seketsu: Mantener la limpieza**

(Rey, 2005) señala que, a través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado. Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, así como mediante controles visuales de todo tipo.






### **Shitsuke: rigor en la aplicación de consignas y tareas**

(Rey, 2005) sostiene que realizar la auto inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las

actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva, ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomía.

Las tres primeras fases, organización, orden y limpieza, son operativas. La cuarta, a través del control visual y las gamas, ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la aplicación de estándares incorporados en las gamas. La quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario.

## CUADRO N° 2 FASES DE IMPLEMENTACIÓN

Fases de implementación	Las 5S	5S en japonés	5S en castellano	Representación gráfica
Eses Operativas	1era S	Seiri	Seleccionar, Eliminar, Reducir.	
	2da S	Seiton	Ordenar, clasificar, Identificar.	
	3era S	Seiso	Limpiar, Sanear, Anticipar.	
Eses Funcionales	4ta S	Saiketsu	Estandarización, Normalizar.	
	5ta S	Shitsuke	Auditar, Autodisciplina, Hábito.	

Fuente: Aldavert, Vidal, Lorente & Aldavert, 2016

(Aldavert, Vidal, Lorente & Aldavert, 2016) Sostienen que las 5S tienen por objetivo realizar cambios ágiles y rápidos con una visión a largo plazo, en la que participan activamente todas las personas de la organización para idear e implementar sus mejoras.

Es determinante la implicación y participación de todos los niveles de organización, sobretodo de la dirección y gerencia.

Las 5S aumentan el control visual de los recursos y estandarizan nuestros estados óptimos de trabajo. Con ellas logramos minimizar nuestros despilfarros y elementos innecesarios, mejorando así, la generación de valor en nuestros productos y servicios.

Con estas aportaciones se mejora la calidad (eficacia), la productividad (eficiencia) y la prevención de riesgos (seguridad), integrando y consolidando los equipos y a mejora continua (Kaizen) como hábitos de trabajo.

(Rey, 2005) enfatiza que, en general, esta acción se desarrolla en cada S por etapas y cada etapa por las tareas comunes a las 5S. En el gráfico se muestra una síntesis del proceso que conduce hacia “el taller ideal” y que se va a descubrir más adelante basado en las cuatro etapas:

- Limpieza inicial
- Optimización
- Formalización
- Continuidad

**CUADRO N° 3 IMPLEMENTACIÓN POR ETAPAS**

	<div>1</div> <div>Limpieza inicial</div>	<div>2</div> <div>Optimización</div>	<div>3</div> <div>Formalización</div>	<div>4</div> <div>Continuidad</div>
<b>Organización y selección</b>	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Clasificar lo que sirve	Implantar normas de orden en el puesto	Estabilizar y mantener lo alcanzado en las etapas anteriores  Practicar la mejora  Cuidar el nivel de referencia alcanzado  Evaluar (Auditoría 5S)
<b>Orden</b>	Tirar lo que no sirve	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	
<b>Limpieza</b>	Limpiar las instalaciones/ máquinas/ equipos	Identificar focos de suciedad y localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio para evitarlas	
<b>Mantener la limpieza</b>	Eliminar todo lo que no sea higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar y aplicar las gamas de limpieza	
<b>Rigor en la aplicación</b>	Acostumbrarse a aplicar la 5S en el seno del puesto de trabajo y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			
				Hacia el taller/oficina ideal

Fuente: (Rey, 2005)

### **Explicación del diagrama de implementación por etapas**

**Primera etapa (limpieza inicial):** la primera etapa de la implementación se centra principalmente en una limpieza a fondo del sitio de trabajo, esto quiere decir que se saca todo lo que no sirve del sitio de trabajo y se limpian todos los equipos e instalaciones a fondo, dejando un precedente de como es el área si se mantuviera siempre así (se crea motivación por conservar el sitio y el área de trabajo limpios). (Vargas, 2004)

**Segunda etapa (optimización):** la segunda etapa de la implementación se refiere a la optimización de lo logrado en la primera etapa, esto quiere decir, que una vez dejado solo lo que sirve, se tiene que pensar en cómo



mejorar lo que esta con una buena clasificación, un orden coherente, ubicar los focos que crean la suciedad y determinar los sitios de trabajo con problemas de suciedad.

**Tercera etapa (formalización):** la tercera etapa de la implementación está concebida netamente a la formalización de lo que se ha logrado en las etapas anteriores, es decir, establecer procedimientos, normas o estándares de clasificación, mantener estos procedimientos a la vista de todo el personal, erradicar o mitigar los focos que provocan cualquier tipo de suciedad e implementar las ganas de limpieza.

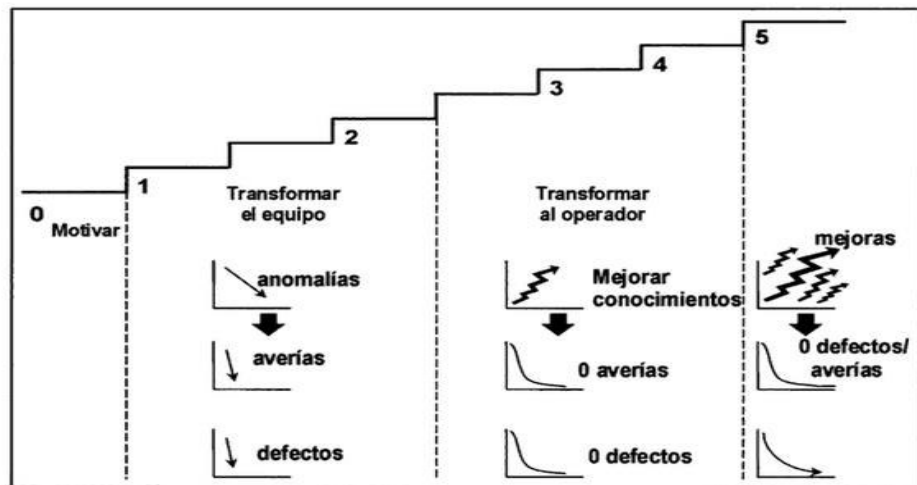
**Cuarta etapa (perpetuidad):** se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

### **Efectos de la aplicación de las 5S**

Según Rey (2005), el desarrollo de las 5S tiene varios efectos:

- Es motivante, pues admite conocer en qué situación nos encontramos en relación con el estado en que se encuentra el sistema de producción y las oficinas y fijar unos objetivos con el compromiso por parte de todos de alcanzarlos.
- Transforma al propio operador de fabricación, quien va a alcanzar mayores responsabilidades y una cualificación y preparación que antes no tenía, visionando la importancia del “cero averías/cero defectos”, así como la de su participación en todo tipo de “mejoras”.
- Transforma el equipo de producción hasta llevarlo a su estado ideal o de referencia, eliminando anomalías, averías y defectos, y mantenerlo en el tiempo en dicho estado.

**FIGURA N° 2 EFECTOS DEL AUTOMANTENIMIENTO**



Fuente: (Rey, 2005)

La planificación de la limpieza diaria debe formar parte de un procedimiento de actuación que los empleados deben conocer y aplicar, el cual debe estructurarse de manera que tenga:

- Un objetivo claro: el de mantener los lugares de trabajo limpios y ordenados con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento del espacio, una mejora en la eficiencia y seguridad del trabajo y en general un entorno más cómodo y agradable.
- Un alcance definido, que afectara a todas las unidades funcionales de la empresa.
- Unos destinatarios que, con carácter general, serán todos los trabajadores de la empresa, ya que debería ser responsabilidad de cada trabajador el mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo. El mando directo de cada área/oficina o unidad funcional será responsable de transmitir a sus

trabajadores las normas de orden y limpieza que deben cumplir y fomentar hábitos de trabajo en tal sentido. Deberán asimismo realizar las inspecciones periódicas de orden y limpieza de sus áreas correspondientes a través de pequeñas auditorias.

- Unos medios materiales necesarios y puestos a disposición de los trabajadores o ubicados en lugares estratégicos a fin de facilitar las tareas encomendadas. Esos medios comprenden tanto materiales y productos a utilizar, como contenedores o recipientes donde depositar los desechos residuales y, en su caso, recipientes especiales para residuos que generen riesgos específicos: toxico, inflamables, etc.
- Unos métodos de limpieza encaminados a garantizar que las operaciones de limpieza nunca generen peligros ni para el operario que las realizan ni para terceros. Se crearan normas de actuación específicas para realizar operaciones de limpieza sometidas a peligros concretos (ejemplo: limpieza de máquinas, limpieza de derrames de productos peligrosos, operaciones de limpieza en espacios confinados, etc.) complementariamente a la limpieza programada, cuando se genera una situación accidental, por ejemplo un derrame, hay que ser estricto e inflexible en su inmediata eliminación. Es un momento clave que pone en evidencia el compromiso asumido en este tema.

### **Ventajas que puede dar la aplicación de las 5S**

Según Rey (2005), entre las ventajas que aportan las 5S, resaltan tres:

1. La implementación de las 5S se basa en el trabajo en equipo lo cual permite involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora desde su

conocimiento del puesto de trabajo. Los trabajadores se comprometen.

Se valoran sus aportaciones y conocimientos; la mejora continua se hace una tarea de todos.

2. Manteniendo y mejorando asiduamente el nivel de 5S se consigue una mayor productividad, que se traduce en:

- Menos productos defectuosos
- Menos averías
- Menos accidentes
- Menor nivel de existencias o inventarios
- Menos movimientos y traslados inútiles
- Menor tiempo para e cambio de herramientas

3. Mediante la organización, el orden y la limpieza, se logra un mejor lugar de trabajo para todos, puesto que se obtiene:

- Más espacio
- Satisfacción por el lugar en el que se trabaja
- Mejor imagen ante nuestros clientes
- Mayor cooperación y trabajo en equipo
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas
- Mayor conocimiento del puesto de trabajo

No obstante, el proceso va a ser largo y se requiere tener paciencia y perseverancia para desarrollarlo por etapas.

## **Pilares de las 5S**

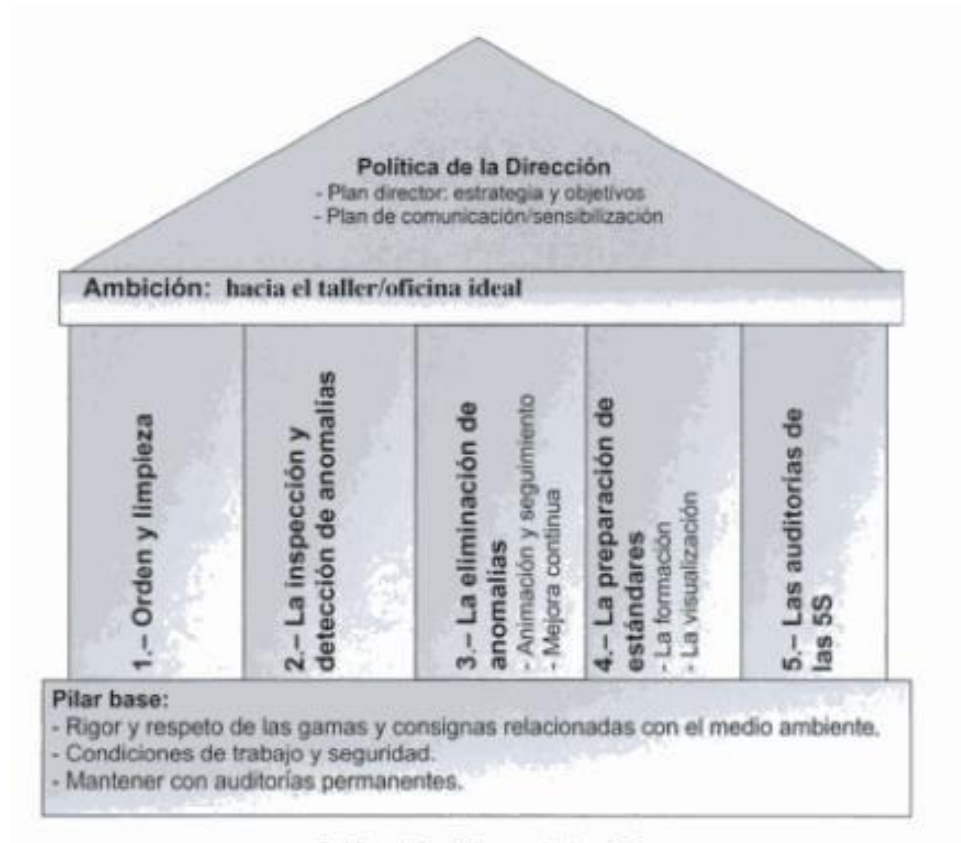
Para Rey (2005), la aplicación de las 5S se sustenta en los cinco pilares que se muestran en el gráfico con unos cimientos basados en un buen plan previo de sensibilización y de respeto de las normas de seguridad en el trabajo, así como del medio ambiente.

### **Estos pilares son:**

- Orden y limpieza
- La inspección y detección de anomalías
- La eliminación de anomalías
- La preparación de gamas y estándares
- Las auditorias de las 5S

El edificio se completa con el tejado basándose en una estrategia de la dirección de la compañía con unos objetivos claros.

**FIGURA N° 3 PILARES DE LAS 5S**



Fuente: (Rey, 2005)

### **Desarrollo de los pilares**

#### **Plan de sensibilización hacia las 5S a través de un plan de comunicación-información**

Rey (2005) enfatiza que para elaborar el plan de sensibilización se debe de preparar y sensibilizar a la organización hacia esta actividad, diciendo claramente que es necesario desarrollar y alcanzar con la misma. Es decir, se ha de preparar a la organización para practicar dicha actividad de manera sistemática y con rigor. La animación de esta información está garantizada por:

Los propios o algún miembro del comité de dirección de la empresa, acompañados por el que será el piloto o responsable del plan, que lo normal es que sea el responsable del servicio de mantenimiento, apoyado por la estructura de técnicos mismos.

Animadores técnicos especializados y que estarán formando parte de la célula de pilotaje que se formalizara en las siguientes etapas o acciones de “prácticas de detección de anomalías”.

Así pues, se trata en esta etapa lograr, en una sesión de 2-4 horas, los siguientes objetivos:

- Facilitar la información general del plan director, la política y estrategia, objetivos y metas a alcanzar a todos los mandos y técnicos de la compañía con ayuda, por ejemplo, de un manual preparado al efecto y que posteriormente se extenderá a toda la organización.
- Buscar la adhesión de la nueva estrategia de las 5S entre los mandos y técnicos-animadores.
- Identificar la manera de transmitir la política y estrategia a todos los niveles y áreas de la empresa para dar una visión general de las diferentes etapas con ayuda del manual antes diseñado.
- Completar el plan de comunicación de la estrategia a todos los niveles de la organización, con ayuda de pósteres o trípticos de bolsillo, etc., dado que es imprescindible comunicar el plan a todos los empleados y recoger opiniones de ellos, puesto que la adhesión al proyecto de forma compartida se sitúa por encima de cualquier otra consideración.

- Posteriormente y a nivel de mandos de taller se puede extender un plan de información. Formación más específico, de al menos tres días de duración, con estos objetivos.
- El conocimiento de la política y estrategia de la dirección y de los objetivos a alcanzar y del plan de sensibilización hacia las 5S, entregando un manual a todos los empleados adecuados a la acción emprendida.
- El aprendizaje de la metodología de las 5S realizando una práctica adecuada.
- El aprendizaje del método de “prácticas de detección de anomalías” por identificación de etiquetas, realizando, así mismo, una práctica.
- Dar las herramientas de comunicación pedagógica para que puedan ellos mismos informar/formar a sus colaboradores.
- Permitir como conclusión de las jornadas que se aclaren todas las dudas que se puedan tener y que puedan bloquear el proceso.

### **Modelo de plan de información - formación a todos los empleados de la compañía**

Para Rey (2005), este modelo puede estar integrado en un manual de bolsillo ilustrado con gráficos o comics y con una portada que incluya la foto del poster de lanzamiento.

### **Conseguir la sensibilización de todos**

Se debe comenzar haciendo una reflexión sobre “porqué la calidad en el trabajo comienza con el orden y la limpieza”.

Se hará un fuerte énfasis en visionar que “el área de trabajo es una extensión de nuestro hogar”, viendo la importancia de tener en orden y limpio



las áreas comunes (comedor, baños, sala de reuniones, etc.).

**Política y estrategia desde la dirección:**

Este apartado es muy interesante y se va a comentar con cierto detalle.

**Visión o ambición:**

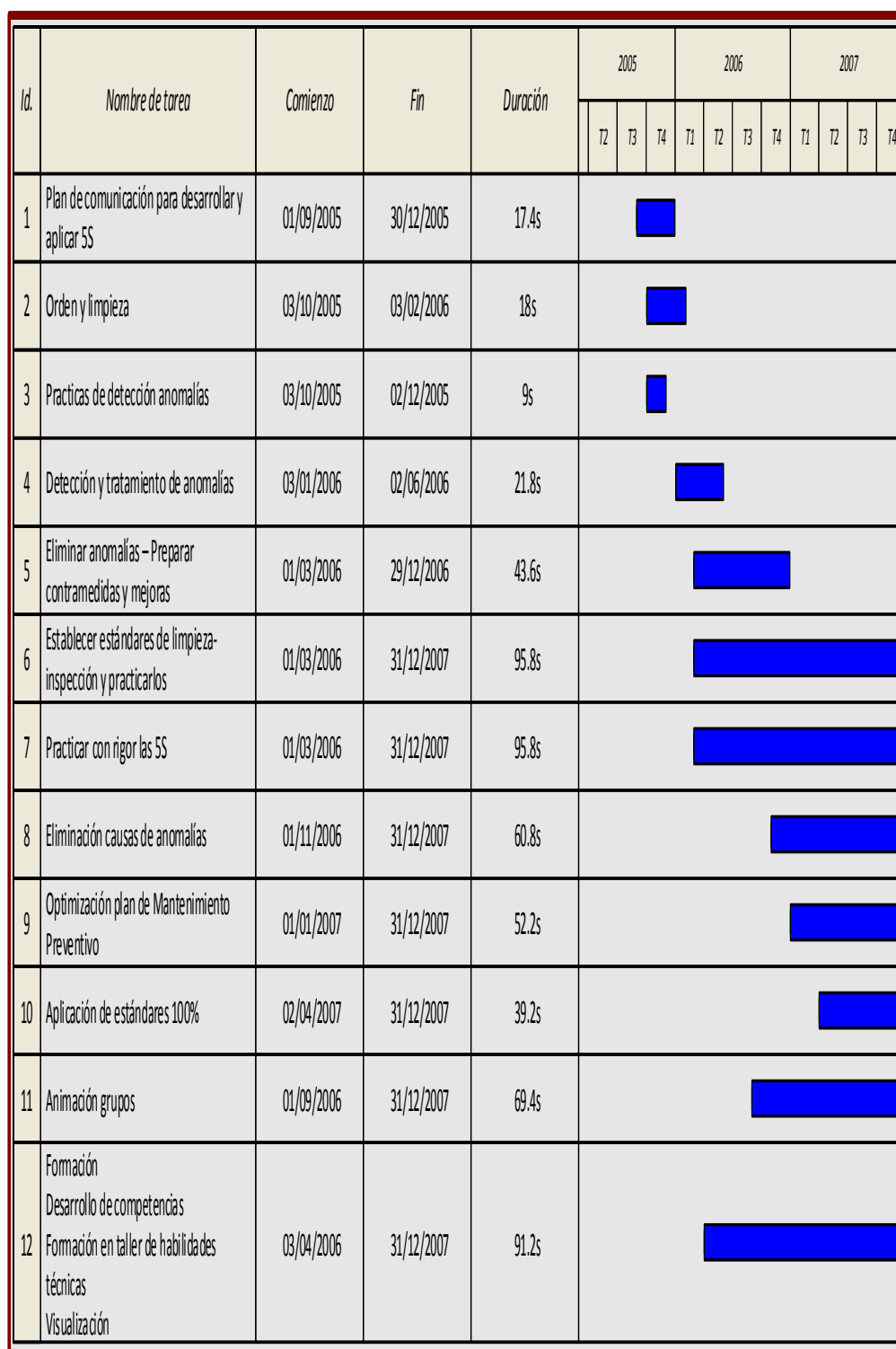
Este es el mensaje más importante que debe de transmitir y desplegar la dirección. Esta puede ser la ambición o meta final.

**Estrategia básica:**

La estrategia puede ser desarrollar las 5S para conseguir una gestión eficaz de la producción - administración con la participación de todos, formando a toda la estructura de estas técnicas y construyendo una fábrica ideal de alta productividad y rentabilidad.

Este desarrollo se realizara de acuerdo con el “plan director”, el cual deberán poner en marcha las diferentes áreas o departamentos de la compañía por líneas de producción y sectores de la administración-oficinas.

**FIGURA N° 4 PLAN DIRECTOR**



Fuente: (Rey, 2005)

## OBJETIVOS A ALCANZAR

Para Rey (2005) es necesario mantener permanentemente en óptimas condiciones los puestos de trabajo o en lo que se refiere a:

- Seguridad
- Limpieza
- Orden
- Eliminación de todo tipo de anomalía, alcanzando el “cero averías”
- Alcanzar el “cero accidentes” respetando las consignas de seguridad.
- Por la aplicación del orden, limpieza y mejora del entorno de la seguridad y condiciones de trabajo, llegar a trabajar sin casco, sin gafas, sin tapones.

### **Hacia la limpieza-inspección eficaz**

Añade, Rey (2005), que tras la limpieza-inspecciones es necesario tomar medidas contra las fuentes de problemas.

Es necesario construir protecciones de máquinas mínimas en dimensiones, que permitan visualizar la zona de trabajo de la máquina.

Al elaborar los planes de limpieza-inspección, se debe tener en cuenta que estos sean sencillos y fáciles de ejecutar (sin necesidad de equipos o herramientas especiales).

- Que se puedan realizar, siempre que sea posible, con las máquinas en marcha
- Que se puedan realizar durante la jornada de trabajo en caso de tenerse que realizar con máquina parada
- Visualizar las inspecciones siempre que sea posible

### **Construir una fábrica agradable para todos**

Según Rey (2005), una fábrica que no cansa y con sensaciones refrescantes, es decir: limpia, tranquila, con espacios libres, en la que se respeta el medio ambiente, con luz suficiente, sin ruidos, ni humos, y que demuestra habilidades en la tarea.

Una fábrica en la que los equipos son fáciles de conducir y mantener, no son peligrosos en las intervenciones, son fiables y las inspecciones son fáciles y simples.

Se evita el trabajo duro, penoso y difícil, pasando este a automatizados, si no es posible mejorar por sí mismo.

Los empleados demuestra habilidades, cooperan con sus compañeros y forman grupos para el análisis de anomalías y problemas.

Se obtienen resultados, se reconocen estos, se reconoce la colaboración, se forma y entrena, se cualifica y se visualizan las actividades y logros alcanzados con un seguimiento periódico de los resultados.

### **ANALISIS DE LOS PILARES DE LAS 5S**

Una vez sensibilizada la organización con lo que se pretende llevar a cabo en la compañía, se puede iniciar las actividades de los diferentes pilares de las 5S, recordando que es imprescindible, como apoyo, respetar las normas de seguridad, de condiciones de trabajo y el medio ambiente en todos los puestos de trabajo. (Rey, 2005)

## **Pilar 1. Orden y limpieza en el puesto de trabajo**

A la vez que se desarrolla la etapa de comunicación y sensibilización sobre el plan de 5S, se debe de lanzar un poster divulgativo de las acciones por los talleres y oficinas.

Se debe de poner a disposición de todos unos útiles de limpieza a incorporar en cada línea/sector compuesto por:

- Rastrillos de goma para lavar, arrastrar o canalizar vertidos líquidos, limpieza de superficies planas, etc. Existentes en el puesto de trabajo.
- Escoba de mijo para el barrido de derrames sólidos, etc. Sobre el entorno del puesto
- Cubo para residuos en el que se depositaran los recogidos solidos de máquinas, trapos sucios, etc. A retirar a diario por el servicio de limpieza.
- Recogedor para recoger residuos, barreduras, etc. Y verter sobre el cubo anterior.
- Cubeta con tapa formada por dos compartimentos: uno para trapos limpios y otro para productos absorbentes.
- Cadena y candado para amarrar el conjunto en el lugar previsto y evitar traslados inadecuados.

El uso y conservación de este tipo de limpieza reflejaran el esmero y colaboración de cada miembro de la organización.

Se tienen 4 etapas.

### **Etapas 1. Limpieza inicial del puesto de trabajo**

Se debe de separar lo que es útil y eliminar de forma radical lo que es inútil y habituarse a practicarlo todos los días a la misma hora.

**Objetivos:**

- Tener los puestos de trabajo limpios (sin residuos, basuras, suciedad, etc.).
- Eliminar las cosas inútiles.
- Prevenir el deterioro debido a la suciedad, anotando defectos potenciales.

Lo más importante es lograr la adhesión de todos a través de prácticas colectivas.

**Recorriendo este pilar por cada S.****1S: ORGANIZACIÓN.**

Se trata de determinar cuáles son los objetos y herramientas verdaderamente necesarios en el puesto de trabajo, por lo que hemos de separar lo que es útil de lo inútil.

- ¿Para qué sirve este objeto/documento?
- ¿Quién lo utiliza y con qué frecuencia?
- ¿Se trata realmente del objeto/documento más adecuado para su utilización por parte de su usuario?
- ¿Está colocado en el lugar adecuado respecto a su frecuencia de utilización y a su peso?
- Hay que asegurarse de que los objetos/documentos declarados inútiles no van a ser útiles en otro lugar.

**Evolución en los conceptos de productividad**

Una de las prioridades en la empresa es elevar la “productividad global”, es decir, no solamente en las tareas de la mano de obra directa de fabricación sino también en la de los técnicos y resto de funciones de la compañía. Los

grandes aumentos de productividad que hoy necesitamos solo pueden venir de “trabajar más eficientemente”. (Rey, 2005)

El concepto de productividad ha ido evolucionando adaptándose a las necesidades de competitividad de los mercados. La productividad es el resultado de un buen desarrollo de la mejora continua a través de la “calidad de gestión” y de la “calidad de trabajo”, siendo su evolución el motor del progreso económico y social de la empresa. Cada logro de productividad hace que los hombres estén dispuestos para proseguir nuevas acciones.

En este contexto, una nueva organización calificante hace que todos los hombres de la empresa:

- Trabajen en operaciones de un proceso
- Controlen y aseguren su calidad a través de una táctica personal y responsable
- Piensen como mejorar el proceso aplicando una estrategia participativa
- Se reúnan en grupos de fiabilización y de mejora para resolver problemas y progresar.

### **Cinco puntos clave de la productividad**

La evolución en la productividad está muy ligada a estos puntos clave:

- Desarrollar la imagen y la identidad de la empresa tanto en el exterior como en el interior de la misma.
- Compartir la información, procurando que los objetivos, las políticas, los puntos fuertes y los puntos débiles, así como las estrategias, sean conocidos. Esto supone emplear una política real de comunicación y de consulta la información no es un factor de motivación en sí misma, pero

crea las condiciones favorables para que las personas se animen y se motiven.

- Desarrollar sistemas de dirección que elimines rigideces en la organización y favorezcan la flexibilidad de la estructuras y de los hombres. Es ahí donde se asientan las aplicaciones y actividades de los grupos de trabajo multidisciplinarios como son: grupos de mejora continua.
- Desarrollar la formación y la gestión de los recursos humanos. Esta es la condición esencial para mejorar de forma continua la calificación y carrera de cada empleado. El alto nivel de cualificación y de formación es una meta fundamenta en un plan de mejora de la productividad de forma directa, dado que permite aplicar la flexibilidad y movilidad tecnológica y profesional por una buena gestión de competencias y de la polivalencia en los puestos de trabajo.
- Desarrollar la apertura al entorno, pues la empresa no puede funcionar independientemente y aísla del entorno y de la evolución social y cultural que la rodea.

### **2.2.3 Herramienta TPM**

(Rey, 2001) TPM: Mantenimiento Total de la Producción, el cual aparece, en principio, como una nueva filosofía del Mantenimiento, integrando a este en la función producción de manera global, no como un fin en sí mismo, sino como un medio de reducción de los costes de producción, siendo el objetivo esencial conseguir la máxima eficacia del binomio hombre.

Por otra parte, el ambiente empresarial hoy en día se encuentra con estas



exigencias relacionadas con estos tres movimientos:

**Necesidad de reducir los tiempos de desarrollo** de nuevos productos y su industrialización desde la ingeniería de planta.

**Necesidad de reducir costes** alcanzando límites de eficacia en los equipos de producción por un mantenimiento integral evitando fallos y averías (mantenimiento preventivo sistemático y convencional)

**Mayores exigencias de calidad** hacia los cero defectos, evitando fabricar productos de mala calidad a través de un control de las condiciones y estado de referencia de los equipos (mantenimiento de calidad)

**Diversidad y reducción de los plazos de fabricación** mejorando los plazos de preparación y cambios de ráfagas, útiles, etc. Y caminando hacia:

- Cero stocks y recursos en los procesos.
- Producción en pequeños lotes (flujos unitarios)
- Eliminación de las grandes pérdidas en los sistemas productivos (averías, tiempos ciclo, mala calidad, cambios largos de fabricación)
- Mejorar la integración y relaciones con proveedores y clientes en busca de “comprar más bajo” para vender de acuerdo a las expectativas de clientes y accionistas con beneficios no especulativos

## **OBJETIVOS**

(Cuatrecasas & Torell, 2010) La implementación del TPM tiene como objetivo fundamental la obtención del máximo rendimiento o máxima eficiencia global: OEE (Overall Equipment Effectiveness) de un sistema productivo a través de la correcta gestión de los equipos que lo forman.

Las actuaciones TPM se centrarán, como se verá, en la eliminación de tiempos muertos o de vacío, reducción del funcionamiento a velocidad reducida (inferior a su capacidad) y la minimización de las disfunciones y de efectos derivados de los procesos en que intervienen los equipos.

Este concepto se transformará, según se verá, en la eliminación o reducción al máximo de las seis grandes pérdidas, que se abordan más adelante y de forma detallada.

La implementación del TPM comprenderá el desarrollo de las siguientes actividades:

- Incremento del ciclo y la calidad de la vida de los equipos.
- Establecimiento del Mantenimiento Autónomo en el propio puesto de trabajo.
- Reordenación de las tareas de Departamento de Mantenimiento hacia la prevención.
- Gestión del Mantenimiento Preventivo y correctivo optimizada.
- Mejora de la funcionalidad y mantenimiento de los equipos
- Formación y entrenamiento del personal productivo y de mantenimiento.
- Incidencia en el diseño de los equipos, pensados para obtener el máximo rendimiento con el mínimo mantenimiento.

- Implementar una política de prevención de mantenimiento.

Por lo que hace referencia al ciclo de vida de los equipos y su duración, era determinante una gestión de su mantenimiento adecuada y oportuna.

Para culminar cada una de las etapas anteriores, será necesario implementar un programa TPM completo y adecuado, que deberá cubrir los siguientes puntos:

- Tratar de alcanzar las condiciones de funcionamiento óptimas. Eliminación de los aspectos que merman el rendimiento del sistema productivo a partir de los equipos, a los cuales nos hemos referido (perdidas).
- Eliminación del deterioro acelerado o excesivo de los equipos y el desgaste de sus componentes.
- Asignación de las tareas de limpieza, mantenimiento y prevención a los operarios del proceso.
- Implantación de las mejoras que se consideren oportunas en los equipos y sus necesidades de mantenimiento.
- Planificación del conjunto de acciones que comprendan el programa de mantenimiento y gestionarlas adecuadamente.
- Fomento de la gestión visual en planta.

## **Etapas de la implantación de un programa TPM**

Según Cuatrecasas & Torell (2010), el desarrollo de un programa TPM se lleva a cabo normalmente en cuatro fases claramente diferenciadas con unos objetivos propios en cada una de ellas:

1. Preparación
2. Introducción
3. Implantación
4. Estabilización

Vamos a desarrollar estas fases descomponiéndolas en un total de 12 etapas, que abarcan desde la decisión de aplicar una política de TPM en la empresa, hasta la consolidación de la implantación del TPM, y la búsqueda de objetivos más ambiciosos como serían el conseguir la implantación de un Mantenimiento Preventivo, e incluso un paso más allá con la introducción del Mantenimiento Predictivo.

Cada uno de estas etapas formará parte de lo que se denomina proceso de implantación de un sistema de calidad orientado hacia la mejora continua y que aplicado a la gestión del mantenimiento recibe el nombre de TPM.

En el cuadro 4 se observan cada una de estas 12 etapas y a que fase corresponden.

**CUADRO N° 4 ETAPAS COMPRENDIDAS EN CADA FASE DE  
IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA TPM**

FASE	ETAPA	ASPECTOS DE GESTION
1. Preparación	1. decisión de aplicar TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2. Información sobre TPM.	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM.
	3. Estructura promocional del TPM.	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM
	4. Objetivos y políticas básicas TPM.	Analizar las condiciones existentes, establecer objetivos, prever resultados.
	5. Plan maestro de desarrollo del TPM.	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ellos.
2. Introducción	6. Arranque formal del TPM.	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.
3. Implantación	7. Mejorar la eficiencia del equipo.	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.
	8. Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo.	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.
	10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento.	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Gestión temprana de equipos.	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.
4. Consolidación	12. Consolidación del TPM y elevación de metas.	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA.

Fuente: (Cuatrecasas & Torell, 2010)

## **Prevención de Averías**

Las actividades a tener en cuenta en el desarrollo de un programa efectivo del TPM, van a ser las siguientes:

- Incrementar la efectividad del equipo
- Implantación de un programa de mantenimiento autónomo
- Implantación de un programa de mantenimiento planificado
- Formación y capacitación del personal involucrado
- Implantación de un programa de prevención de mantenimiento

En las cinco etapas acabamos de exponer, la prevención tiene un papel más o menos directo y por supuesto importante. Vamos a referirnos ahora a las actividades relacionadas con la prevención.

La prevención de errores, problemas, averías, disfunciones, defectos e incluso una necesidad excesiva de mantenimiento (dedicado a lo que conocemos corrientemente como apagafuegos o la tradicional imagen de bombero, la función de resolver el día a día) en que se pueden ver involucrados los equipos, van a formar el grupo de cuestiones que van a requerir una especial atención prácticamente en todas las fases de un programa de TPM.

En efecto, una por una contienen los siguientes aspectos a destacar en relación con la prevención:

Programa de mantenimiento autónomo: como se insistirá debidamente, en el capítulo destinado al mismo, las tareas que se realizarán en él, tienen un carácter marcadamente preventivo, en este caso por parte del operario del proceso, a fin de evitar averías o deterioro de los equipos.

Aumento de la efectividad del equipo, eliminando averías y fallos: se obtendrá,

cuanto menos en parte, en base a medidas de prevención de las averías y fallos por rediseño – mejora o estableciendo pautas preventivas para que no ocurran.

Mantenimiento planificado: se trata, sin más, de establecer un programa de mantenimiento preventivo, esta vez por parte de los trabajadores de departamento de mantenimiento. Optimizando los recursos y tiempos destinados a llevarlo a cabo.

Formación y capacitación del personal: tendrá su evidente y marcada incidencia en los aspectos preventivos, dado que debe aplicarse su formación a las fases que acabamos de comentar.

Prevención de mantenimiento: también la ingeniería que desarrolla los equipos deben poner una atención especial en los aspectos de mantenimiento y su prevención, que por supuesto, en este caso, deben reducir al mínimo.

Las grandes pérdidas de los equipos y sus categorías

El objetivo de un sistema productivo eficiente desde el punto de vista de los equipos, es el de conseguir que estos operen de la forma más eficaz durante el mayor tiempo posible. Para ellos es necesario descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que merman las condiciones operativas ideales de los equipos, lo que es un objetivo fundamental del TPM.

Los principales factores que impiden lograr maximizar la eficiencia global de un equipo se han clasificado en seis grandes grupos y son conocidos como las “seis grandes pérdidas”. Están agrupadas en tres categorías tomando en consideración el tipo de merma que puedan representar en el rendimiento de un sistema productivo con intervención directa o indirecta de los equipos de producción.

A continuación se ilustra cómo se clasifican estas seis pérdidas

## CUADRO N° 5 CLASIFICACIÓN DE LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS

TIPO	PERDIDAS	TIPO Y CARACTERÍSTICAS	OBJETIVO
Tiempos muertos y de vacío	1. Averías	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos.	Eliminar
	2. Tiempos de reparación y ajuste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento a velocidad reducidas	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. Se pueden contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño.	Anular o hacer negativo la diferencia con el diseño
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalo de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajo	Producción con defectos crónicos y ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancias
	6. Puesta en marcha	Pérdida de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Minimizar según técnica

Fuente: (Cuatrecasas & Torell, 2010)

### **Eficiencia Global De Los Equipos**

(Cuatrecasas & Torell, 2010) De acuerdo con lo que se ha expuesto hasta el momento, el TPM permite mejorar la eficiencia con la que operan los equipos e instalaciones productivas, y como resultado de ellos puede aumentar considerablemente la eficiencia del sistema productivo. También denomina “eficiencia global de equipos”, “rendimiento operacional” o, en nomenclatura



anglosajona, “OEE (Overall Equipment Effectiveness)”.

Las posibles mejoras en los equipos productivos y su operativa, se centraran especialmente, según se ha visto, en las seis grande perdidas, tanto las crónicas como las esporádicas, las provocadas por una causa única, por causas múltiples, o bien por causas interrelacionadas. Su identificación y posterior reducción o eliminación será lo que nos permita progresar hacia el rendimiento óptimo del equipo en cuestión.

Veremos en este capítulo que factores va a ser lo que van a incidir directamente en la obtención de lo que denominaremos rendimiento o eficiencia global de los equipos productivos.

Va a ser fundamental para el logro con éxito de este objetivo activar y potenciar todo los recursos a nuestro alcance, considerando como tales el potenciar las tareas de mantenimiento llevadas a cabo por los operarios de producción, el denominado auto mantenimiento o mantenimiento de primer nivel, es decir, y la reorganización del departamento de mantenimiento con el claro objetivo de trabajar en base a la mejora continua, y la reconducción de las tareas de este departamento hacia actividades de prevención de fallos y gestión de sus propios equipos y recambios.

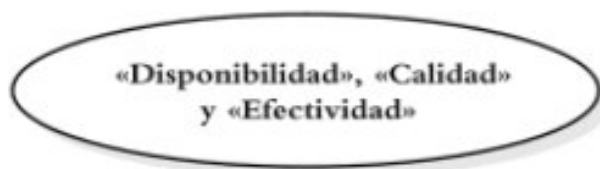
Para conocer hasta qué punto es necesario una actuación decidida en este sentido, o hasta qué punto la actuación que se ha llevado a cabo ha tenido como fruto una importante mejora de la eficiencia global y de los componentes del sistema, es muy conveniente disponer de elementos que nos permitan medir dicha eficiencia. (Cuatrecasas & Torell, 2010)

Se define una medida que englobe distintos valores que permitan identificar con

claridad qué tipo de deficiencia presenta el equipo.

Este valor lo darán los siguientes coeficientes.

#### **FIGURA N° 5 COEFICIENTES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DEL OEE**



Fuente: (Cuatrecasas & Torell, 2010)

Estos coeficientes harán referencia respectivamente a los conceptos de tiempo requerido para trabajar, y el tiempo que realmente está operativo, calidad del output o producto resultante de nuestro proceso productivo, y el tiempo que el equipo a pesar de estar operativo, puede no estar produciendo, o bien hacerlo a una velocidad inferior a la esperada.

Como puede deducirse fácilmente, cada uno de estos coeficientes hace referencia directa a una de las seis grandes pérdidas.

#### **CUADRO N° 6 RELACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE OEE CON LAS SEIS GRANDES PERDIDAS**

COEFICIENTE DE EFICIENCIA	TIPOS DE PÉRDIDAS
DISPONIBILIDAD (D)	1. AVERÍAS 2. TIEMPOS DE PREPARACIONES
EFFECTIVIDAD (E)	3. PARADAS Y TIEMPO DE VACÍO 4. REDUCCIONES DE VELOCIDAD
CALIDAD (C)	5. PRODUCTOS DEFECTUOSO Y REPROCESADOS 6. POESTAS EN MARCHA SIN PRODUCTO REAL

Fuente: (Cuatrecasas & Torell, 2010)

Siendo las formulas las siguientes:

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Tiempo de operacion disponible}}{\text{Tiempo de operacion total}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA = \frac{\text{Output total}}{\text{Output potencial}} * 100\%$$

$$CALIDAD = \frac{\text{Producción de calidad producida}}{\text{Producción total}} * 100\%$$

$$OEE = Disponibilidad * Eficiencia * Calidad$$

Fuente: (Belohlavek, 2006)

## 2.3 Marco conceptual

- **Despilfarro:** Es todo aquello que no añade valor, es decir, todo aquello por lo que el cliente no estaría dispuesto a pagar.
- **Eficacia:** Significa hacer lo correcto a efecto de crear el valor máximo posible para la compañía.
- **Eficiencia:** Significa hacer algo al costo más bajo posible. En términos generales la meta de un proceso eficiente es producir un bien o prestar un servicio utilizando la menor cantidad posible de insumos.
- **Ishikawa:** Esta herramienta sirve para obtener una visión global de las posibles causas de un problema.
- **Productividad:** Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etcétera.

## **CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **3.1 Formulación de Hipótesis**

#### **3.1.1 Hipótesis general**

La implementación de las herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la unidad de desarrollo de producto.

#### **3.1.2 Hipótesis específica**

La implementación de la metodología 5S mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto.

La implementación de la metodología TPM mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto.

#### **3.1.3 Identificación de variables**

- **Variable dependiente:** La productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.
- **Variable Independiente:** Las Herramientas Lean Manufacturing.

### 3.1.4 Operacionalización de variables

CUADRO 7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES		INDICADORES
			MANO DE OBRA	MUESTRAS / MES	
V.D. PRODUCTIVIDAD	Capacidad de un aspecto productivo para crear bienes o servicios en determinada unidad de tiempo	Cantidad de bienes producidos por un trabajador en un periodo de un mes	MAQUINARIA	TIEMPO MÁQUINA PARADA /MES	
V.I. HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING	<p><b>5S</b> : Según Rodríguez, J. (2010); resulta ser una metodología practica para el establecimiento y mantenimiento del lugar de trabajo bien organizado, ordenado y limpio, a fin de mejorar las condiciones de seguridad, calidad en el trabajo y en la vida diaria</p>	Es un programa de trabajo para talleres u oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden /limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad.	5S		TIEMPO DE TRANSPORTE EN PROCESO ACTUAL Y META
	<p><b>TPM</b> : Las técnicas utilizadas para la aplicación de la filosofía TPM generan beneficios, debido a que son capaces de generar trabajo facultado y motivado, debido a que se logra la participación del operario y el activo, además logra el conocimiento y comprensión de las condiciones y rendimiento de la maquina involucrando al operario con su compromiso para el buen funcionamiento de los elementos de producción menciona Torres (2005, p.189)</p>	La relación existente entre la confiabilidad, probabilidad de una buen funcionamiento, y disponibilidad, probabilidad de asegurar un servicio requerido	TPM		TIEMPO DE PARADA DE MÁQUINA ACTUAL Y META

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1 Diseño de la Investigación**

#### **4.1.1 Tipo y nivel de investigación**

El enfoque que se utilizó en este trabajo es el Cuantitativo, pues según (Sampiere, Collado, & Lucio, 2010, pág. 4) “El Enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

La investigación se encuentra en el nivel Explicativo; pues estos estudios van más allá de la descripción de conceptos, están dirigidos a responder a las causas de los eventos o sucesos y a los fenómenos ya sean físicos o sociales.

#### **4.1.2 Diseño de la investigación**

La investigación en la Unidad de Desarrollo de Producto tiene un diseño pre experimental. (Sampiere, Collado, & Lucio, 2010) “El investigador puede incluir en su estudio dos o más variables independientes. Cuando en realidad existe una relación causal entre una variable independiente y una dependiente, al variar intencionalmente la primera, la segunda también

variara; por ejemplo, si la implementación de la metodología 5S es causa de la productividad, al implementarla deberá variar la productividad”.

#### **4.1.3 Población y muestra**

La población de estudio comprende 5 grupos (Blusa-Blusón, Vestido, Falda-Pantalón, Chaqueta-Chaleco y Saco-Sacón-Abrigo) y todos los procesos productivos que tiene “La Unidad de Desarrollo de Producto” que son Molde, Corte, Costura y Acabados.

**CUADRO 8 CANTIDAD DE MUESTRAS**

GRUPO	ARTICULO	CANT. MUESTRAS
1	BLUSA - BLUSÓN	507
2	VESTIDO	448
3	FALDA - PANTALÓN	431
4	CHAQUETA - CHALECO	485
5	SACO - SACÓN - ABRIGO	572
TOTAL		2443

Fuente: Elaboración propia

El grupo elegido para el análisis fue el grupo 5, dado que es representativo del movimiento cotidiano de la empresa. De esta manera la población la constituyen 572 muestras.

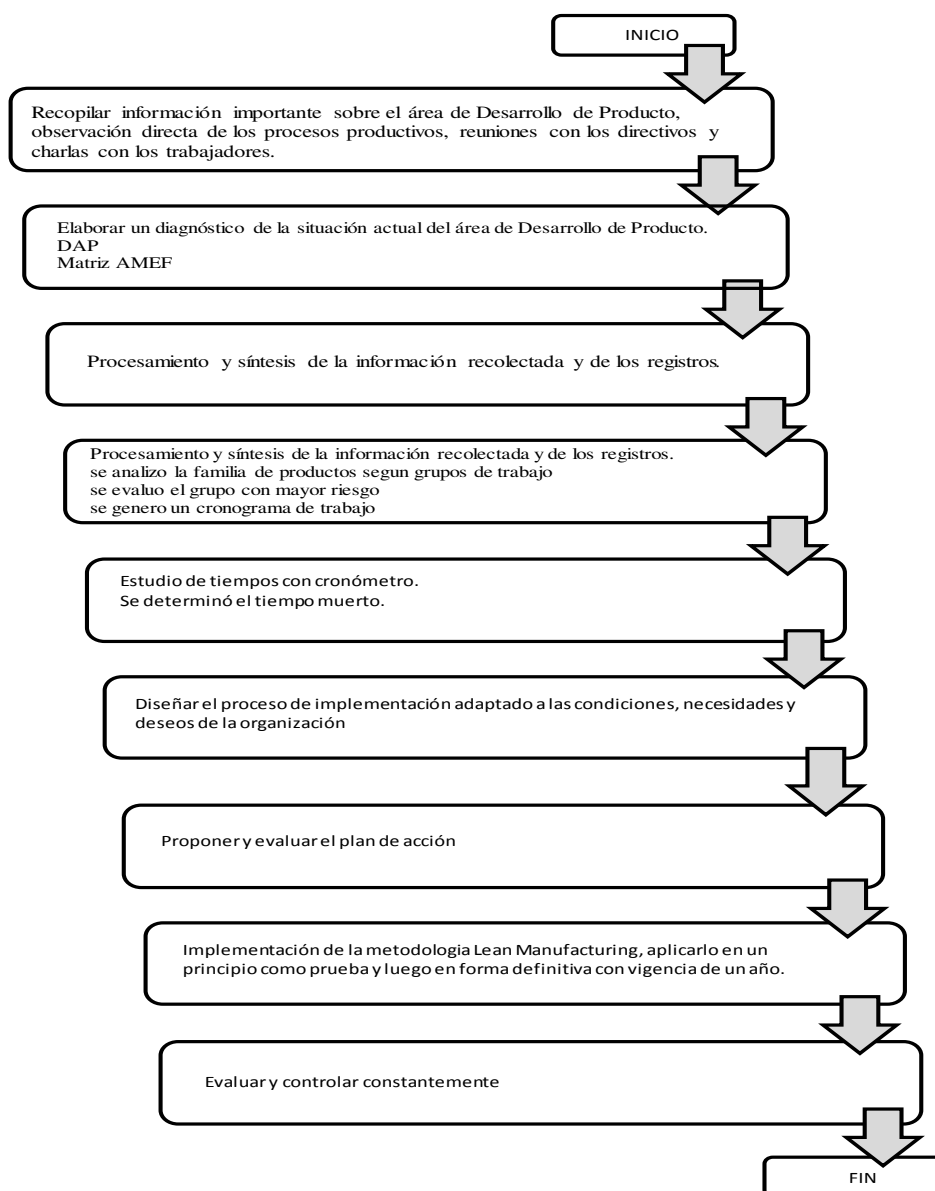
Por razones de diseño de la investigación y, en función de la disponibilidad de recursos se seleccionó una muestra pequeña de 5 muestras del grupo 5, la cual se escogió por muestreo probabilístico.

#### **4.1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó la técnica de la observación para describir los procesos productivos de las diferentes muestras que elabora el Área de Unidad de Desarrollo de Producto.

Se realizaron reuniones con el personal para el seguimiento y avance de la Implementación de Herramientas Lean Manufacturing, también se dictaron charlas con los trabajadores para socializarlos respecto de la implementación y se encuentren comprometidos con esta nueva metodología.

#### 4.1.5 Procesamiento y análisis de datos



Fuente: Elaboración propia

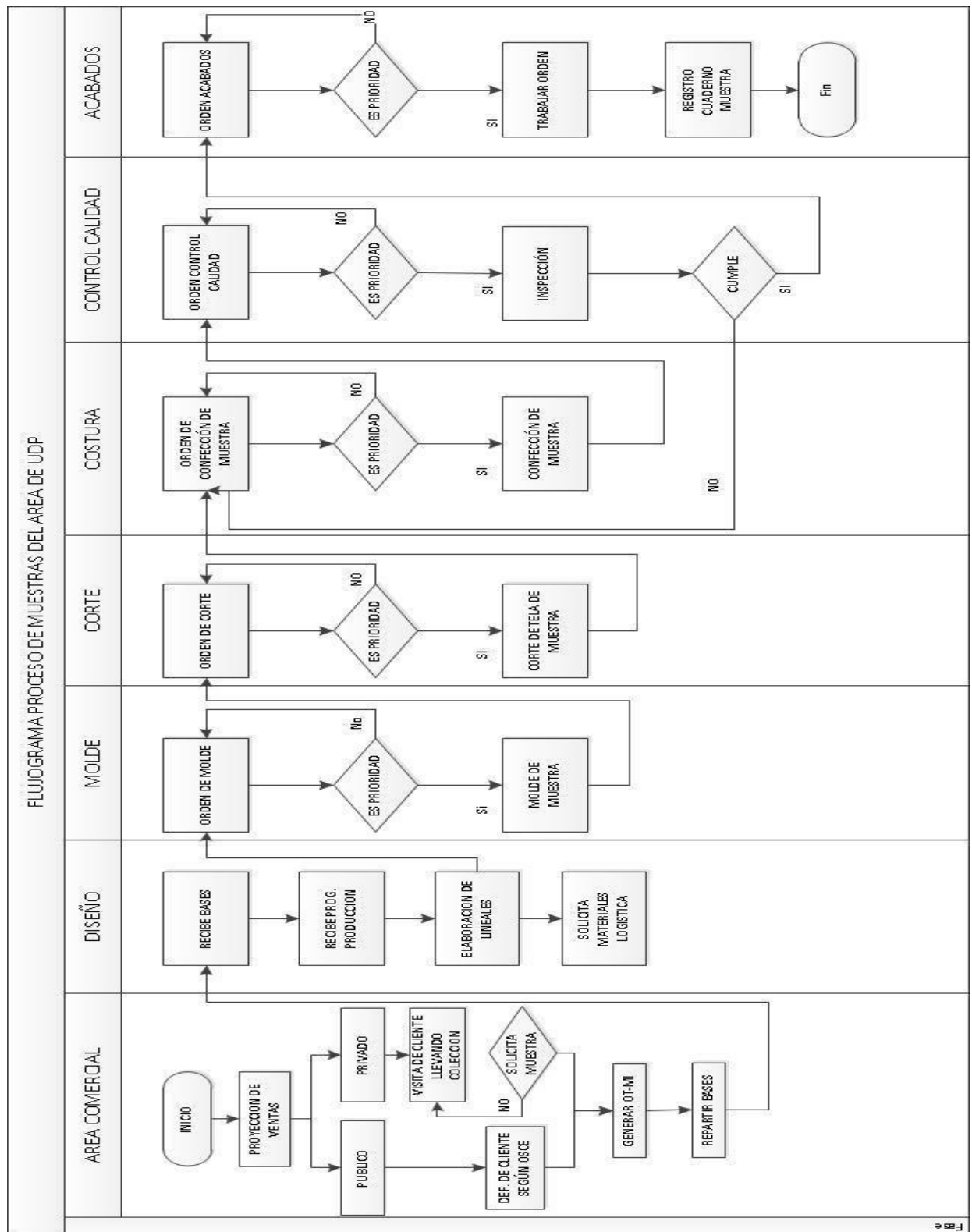


## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 Diagnostico Actual**

El proceso de manufactura sobre orden aprobado por Gerencia General para todas las muestras que se desarrollan en la Unidad de Desarrollo de Producto es:

**FIGURA N° 6 PROCESO DE MANUFACTURA**



Fuente: Elaboración Propia

## Estudio de Tiempos

Se realizó la recopilación de tiempos observados durante el año 2016, desde la semana 15 a la semana 18, en la figura N° 5.2 se puede observar el plan de recopilación por semana, por área y por tipo de muestra, esta recopilación de datos se hará para los 5 grupos y todos los procesos que comprenden.

**FIGURA N° 7 PLAN DE TRABAJO DE INGENIERIA – ESTUDIO DE TIEMPOS**

ACTIVIDAD	SEMANA 15					SEMANA 16					SEMANA 17					SEMANA 18								
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
GRUPO 1																								
BLUSA																								
BLUSON																								
GRUPO 2																								
VESTIDO																								
GRUPO 3																								
FALDA																								
PANTALON																								
GRUPO 4																								
CHAQUETA																								
CHALECO																								
GRUPO 5																								
SACO																								
SACÓN																								
ABRIGO																								

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se obtienen los resultados de tiempos de procesos y tiempos muertos para cada uno de los grupos, que componen la Unidad de Desarrollo de Producto. Para los análisis se tomaron como dato que el año 2016 hubo 304 días hábiles y la producción obtenida.

### Calculo del tiempo estándar

- Primero, se halló el tiempo observado ( $T_o$ ) que es la división entre la sumatoria de tiempos observados y el número de observación, todas estas observaciones previamente depuradas para evitar errores. Se tomara como ejemplo para el cálculo el proceso de costura del grupo 5.

$$T_o = \frac{\sum T_o}{\# \text{ observaciones}} = \frac{515.6+516.2+519.8+516.9+518.7}{5} = \frac{2587.2}{5} = 517.4 \text{ min}$$

- Segundo, se halló el tiempo Normal ( $T_n$ ) que es la multiplicación del  $T_o$  por el porcentaje de Calificación ( $C$ ) o Valorización, esta calificación se coloca según el sistema Westinghouse. Se tomará como ejemplo para el cálculo el proceso de costura del grupo 5.

$$T_n = T_o * C = 517.4 * 85\% = 439.82 \text{ min}$$

- Por último se determinó el Tiempo Estándar ( $T_e$ ) que es la multiplicación del  $T_n$  por el suplemento el cual lo obtenemos de la tabla OIT. Se tomará como ejemplo para el cálculo el proceso de costura del grupo 5.

$$T_e = T_n * (1 + S) = 439.82 * (1 + 0.20) = 528 \text{ min}$$

Para el caso analizado ya que los grupos presentan varias tipos de muestras se tomó un promedio de los  $T_e$ .

### CUADRO N° 9 TIEMPO MIX SEGÚN GRUPOS

GRUPO	PRENDAS	MOLDE	CORTE	COSTURA	ACABADOS	TOTAL
1	BLUSA - BLUSÓN	173 min	75 min	350 min	118 min	715 min
2	VESTIDO	191 min	83 min	376 min	129 min	778 min
3	FALDA - PANTALON	196 min	89 min	254 min	135 min	674 min
4	CHAQUETA - CHALECO	176 min	94 min	439 min	116 min	825 min
5	SACO - SACON - ABRIGO	388 min	111 min	528 min	191 min	1218 min
TOTAL		1123 min	451 min	1947 min	689 min	4210 min

Fuente: Elaboración Propia

### CUADRO N° 10 PRODUCCION ANUAL 2016

GRUPO	PRENDAS	P. ANUAL 2016	% PRODUCCIÓN
1	BLUSA - BLUSÓN	507 pda	20.76%
2	VESTIDO	448 pda	18.35%
3	FALDA - PANTALON	431 pda	17.64%
4	CHAQUETA - CHALECO	485 pda	19.85%
5	SACO - SACON - ABRIGO	572 pda	23.40%
TOTAL		2443 pda	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

#### Para el cálculo del Tiempo Muerto (Tm):

- Primero, se halló los minutos disponibles en el año por grupo, se tomaron como datos 304 días hábiles, las 8 horas diarias, 60 min por hora y la cantidad de operarios que hay por grupo. . Se toma como ejemplo para el cálculo el proceso de costura.

$$Min. Disp = 304 \text{ Día} * 8 \frac{hrs}{día} * 60 \frac{min}{hrs} * 3 op = 437760 min$$

- Segundo, se halló los minutos requeridos, para lo cual se tomó la producción del año 2016 y el tiempo estándar promedio por grupo.

$$Min. Req. = produccion * Te = 572 * 527.882 = 31949 min$$

- Por último, se determinó el Tiempo Muerto que es la resta de los minutos disponibles menos los minutos requeridos por grupo.

$$Tm. = Min. Disp. - Min. Req. = 437760 - 31949 = 135811 min$$

### CUADRO N° 11 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 1

PROCESO	PERSONAL	MIN. DISP AÑO	MIN. REQ. AÑO	EFICIENCIA	T.M. ANUAL	T.M. DIARIO
MOLDE	0.8 operarios	109440 min	87587 min	80%	21853 min	72 min
CORTE	0.3 operarios	48640 min	37954 min	78%	10686 min	35 min
COSTURA	1.5 operarios	218880 min	177363 min	81%	41517 min	137 min
ACABADOS	0.5 operarios	72960 min	59851 min	82%	13109 min	43 min
TOTAL	3.1 operarios	449920 min	362754 min	81%	87166 min	287 min

Fuente: Elaboración Propia

### CUADRO N° 12 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 2

PROCESO	PERSONAL	MIN. DISP AÑO	MIN. REQ. AÑO	EFICIENCIA	T.M. ANUAL	T.M. DIARIO
MOLDE	0.8 operarios	109440 min	85439 min	78%	24001 min	79 min
CORTE	0.3 operarios	48640 min	36999 min	76%	11641 min	38 min
COSTURA	1.5 operarios	218880 min	168688 min	77%	50192 min	165 min
ACABADOS	0.5 operarios	72960 min	57690 min	79%	15270 min	50 min
TOTAL	3.1 operarios	449920 min	348817 min	78%	101103 min	333 min

Fuente: Elaboración Propia

### CUADRO N° 13 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 3

PROCESO	PERSONAL	MIN. DISP AÑO	MIN. REQ. AÑO	EFICIENCIA	T.M. ANUAL	T.M. DIARIO
MOLDE	0.8 operarios	109440 min	84249 min	77%	25191 min	83 min
CORTE	0.3 operarios	48640 min	38417 min	79%	10223 min	34 min
COSTURA	1.0 operarios	145920 min	109415 min	75%	36505 min	120 min
ACABADOS	0.5 operarios	72960 min	58354 min	80%	14606 min	48 min
TOTAL	2.6 operarios	376960 min	290435 min	77%	86525 min	285 min

Fuente: Elaboración Propia

#### CUADRO N° 14 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 4

PROCESO	PERSONAL	MIN. DISP AÑO	MIN. REQ. AÑO	EFICIENCIA	T.M. ANUAL	T.M. DIARIO
MOLDE	0.8 operarios	109440 min	85363 min	78%	24077 min	79 min
CORTE	0.4 operarios	58368 min	45590 min	78%	12778 min	42 min
COSTURA	2.0 operarios	291840 min	213043 min	73%	78797 min	259 min
ACABADOS	0.5 operarios	72960 min	56179 min	77%	16781 min	55 min
TOTAL	3.7 operarios	532608 min	400176 min	75%	132432 min	436 min

Fuente: Elaboración Propia

#### CUADRO N° 15 TIEMPO MUERTO POR PROCESO-GRUPO 5

PROCESO	PERSONAL	MIN. DISP AÑO	MIN. REQ. AÑO	EFICIENCIA	T.M. ANUAL	T.M. DIARIO
MOLDE	2.0 operarios	291840 min	221721 min	76%	70119 min	231 min
CORTE	0.6 operarios	87552 min	63470 min	72%	24082 min	79 min
COSTURA	3.0 operarios	437760 min	301949 min	69%	135811 min	447 min
ACABADOS	1.0 operarios	145920 min	109402 min	75%	36518 min	120 min
TOTAL	6.6 operarios	963072 min	696541 min	72%	266531 min	877 min

Fuente: Elaboración Propia

Ya que la Unidad de Desarrollo de Producto presenta 5 sub áreas, se determinó el grupo a analizar tomando como referencia la matriz de ponderación.

#### Matriz de Ponderación

La identificación del punto crítico se realizó a través del análisis de la demanda, tiempos de ciclo y tiempos muertos en todo el sistema productivo. Para tal fin, se consideró tres niveles de valoración. Los cuales se presentan en el cuadro 16.

### CUADRO N° 16 MATRIZ DE PONDERACIÓN

GRADO	N.V.
BAJO	1
MADIO	3
ALTO	5

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se realizó el análisis de los factores a considerar para identificar el proceso crítico a controlar, y de esta manera, mejorar el flujo de producción del grupo escogido.

#### **Análisis de demanda, tiempo de ciclo y tiempo muerto:**

El análisis se realizó en base a la demanda, tiempos de ciclo y tiempo muerto por grupos, los cuales se muestran en los cuadros 9 y 10 respectivamente. Concluyendo que el grupo a analizar es el grupo 5 (saco, sacón y abrigo) ya que es el grupo que representa el 23.40% de la demanda anual, tiene el mayor tiempo de ciclo 1218 min y tiene el mayor tiempo muerto 266631 min diarios.

Como se aprecia, en el cuadro 17, el problema de mayor importancia a controlar son los tiempos muertos para el grupo 5, el cual representa el 40% del tiempo muerto total ( $n.v.=5$ ), el segundo problema a ser controlado son los tiempos muertos del grupo 2 y 4 ( $n.v.=3$ ), los cuales representan un 35% del tiempo muerto y como último nivel los grupos 1 y 3 que representan el 26% ( $n.v.=1$ ).



#### CUADRO N° 17 TIEMPO MUERTO DIARIO POR GRUPO

PROCESO	TIEMPO (MIN)	% DE PARTICIPACION
GRUPO 1	287 min	13%
GRUPO 3	285 min	13%
GRUPO 2	333 min	15%
GRUPO 4	436 min	20%
GRUPO 5	877 min	40%

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 18 se muestra los niveles de valorización para los tiempos muertos presentados.

#### CUADRO N° 18 NIVELES DE VALORIZACIÓN

PROCESO	TM (MIN)	N.V.
GRUPO 1	287 min	1
GRUPO 3	285 min	1
GRUPO 2	333 min	2
GRUPO 4	436 min	2
GRUPO 5	877 min	3

Fuente: Elaboración Propia

#### Definir el diagrama de análisis de proceso

Para elaborar el recorrido del proceso se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:






















- El grupo con mayor tiempo de ciclo como se vio en el cuadro 9.
- El grupo con mayor demanda como se vio en el cuadro 10.
- El grupo con mayor tiempo muerto como se vio en el cuadro 15.

El diagrama de análisis de proceso se desarrolló con el objetivo de analizar con mayor detalle el proceso productivo de la unidad de desarrollo de producto pudiendo observar que de las 25 operaciones que se realizan 13 de ellas no generan valor (como son los transportes, inspecciones) y 12 si generan valor como son todas las operaciones que transforman la muestra, obteniendo así un porcentaje Lean de 75% en el proceso.

FIGURA N° 8 DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO - ACTUAL

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROESO - ACTUAL

PROCESO		FABRICACION				Resumen			
PRENDA		SACO				Actividad	Número	Tiempo	Distancia
Principio:		RECEPCIONAR E INSPECCIONAR MATERIALES				Operación	9	1034.56	
Final:		REALIZAR PROCESO DE ACABADOS PLANCHAS				Transporte	9	183.74	314.44
						Inspección	1	11.65	
						Espera	6	153.12	
						Almacenaje	0	0.00	
						TOTAL (MIN)	25	1383.07	
						TOTAL (HRS)		23.05	

IT	T (MIN)	D (MT)						G.V.	N.G.V	Descripción del paso	
1	11.65								NO	RECEPCIONAR E INSPECCIONAR MATERIALES	
2	1.69	9.614							NO	TRANSPORTAR MATERIALES A MODELISTA	
3	229.56							SI		DESARROLLAR MOLDE BASE	
4	4.88	13.9							NO	TRANSPORTAR MOLDE A ESCALADOR	
5	21.42								NO	PREPARAR MOLDE PARA EXPORTAR	
6	55.87								NO	EXPORTAR MOLDE BASE A SISTEMA	
7	23.94								NO	ESCALAR MOLDE EN SISTEMA	
8	16.47								NO	PLOTEAR MOLDE	
9	5.81	16.1							NO	TRANSPORTAR TIZADO A CORTE	
10	20.00							SI		TENDER TELA PARA CORTAR	



## **Aplicación del AMEF**

A continuación se definieron los pasos a seguir para la ejecución:

### **Paso 1. Selección del grupo de trabajo.**

El equipo de trabajo estuvo conformado por la jefatura de la unidad, el supervisor de taller y la jefatura de ingeniería los cuales disponen de experiencia y conocimientos en el proceso de confección de la muestra.

Se designó un coordinador para el equipo que, además de encargarse de la organización de las reuniones, domine la técnica del AMEF y, por tanto, sea capaz de guiar al equipo en su realización.

### **Paso 2. Determinar los índices de evaluación para cada modo de fallo.**

Existen tres índices de evaluación.

- **Índice de gravedad (g):** Se evaluó la gravedad del efecto o consecuencia de que se produzca en un determinado fallo para el área. La evaluación se realizó en una escala del 1 al 10 en base a una “tabla de gravedad”, y que es función de la mayor o menor insatisfacción del proceso.

### CUADRO N° 19 CUADRO DE SEVERIDAD

EFFECTO	RANGO	CRITERIO
NO	1	Sin efecto
MUY POCO	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
POCO	3	cliente algo molesto. poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
MENOR	4	el cliente se siente algo insatisfecho. efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
MODERADO	5	el cliente se siente algo insatisfecho. efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
SIGNIFICATIVO	6	el cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
MAYOR	7	el cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
EXTREMO	8	el cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable.
SERIO	9	efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
PELIGROSO	10	efecto peligro. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

Fuente: Lean Solutions. (1999-2017).

- **Índice de ocurrencia (o):** Se evaluó la probabilidad de que se produzca el modo de fallo por cada una de las causas potenciales en una escala del 1 al 10 en base a una “tabla de ocurrencias”. Para su evaluación, se tuvo en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa potencial del fallo.

## CUADRO N° 20 CUADRO DE OCURRENCIA

EFEECTO	RANGO	CRITERIO	PROBABILIDAD DE FALLA
REMOTA	1	falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto identico	1 en 1,500,000
MUY POCO	2	solo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi identico.	1 en 150,000
POCO	3	fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 30,000
MODERADA	4	este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales.	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150,000
ALTA	7	este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 150,000
MUY ALTA	9	la falla es casi inevitable.	1 en 6
	10		1 en 3

Fuente: Lean Solutions. (1999-2017).

- Índice de detección (d):** Se evaluó para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa y el modo de fallo resultante antes de terminar el proceso en una escala del 1 al 10 en base a una “tabla de detección”

## CUADRO N° 21 CUADRO DE DETECCIÓN

EFEECTO	RANGO	CRITERIO	PROBABILIDAD DE FALLA
ALTA	1	el efecto es una característica funcionalmente obvia.	99.99%
MEDIANAMENTE ALTA	2-5	es muy probable detectar la falla. El efecto es una característica obvia.	99.70%
BAJA	6-8	el efecto es una característica fácilmente identificable.	96%
MUY BAJA	9	no es fácil detectada la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente.	90%
IMPROBABLE	10	la característica no se puede checar fácilmente en el proceso.	menor a 90%

Fuente: Lean Solutions. (1999-2017).

Para determinar el índice se supuso que la causa de fallo ha ocurrido y se evaluó la capacidad de los controles actuales para detectar la misma o el modo de fallo resultante.

**Paso 3. Calcular para cada modo de fallo potencial los números de prioridad de riesgo (NPR)**

Para cada causa potencial, de cada uno de los modos de fallo potenciales, se calculó el número de prioridad de riesgo multiplicando los índices de severidad (s), de ocurrencia (o) y de detección (d) correspondientes:

Considerando

$$\text{NPR} = \text{Ocurrencia} * \text{Severidad} * \text{Detección}$$

Prioridad de NPR:

500 – 1000	Alto riesgo de falla
125 – 499	Riesgo de falla medio
1 – 124	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

Obteniendo como resultado:

**CUADRO N° 22 CUADRO DE NIVEL DE RIESGO ACTUAL**

ACTUAL		
NPR > 500	ALTO RIESGO DE FALLA	0
499 < NPR > 124	RIESGO DE FALLA MEDIO	32
124 > NPR	RIESGO DE FALLA BAJO	10

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA N° 9 ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA - ACTUAL**

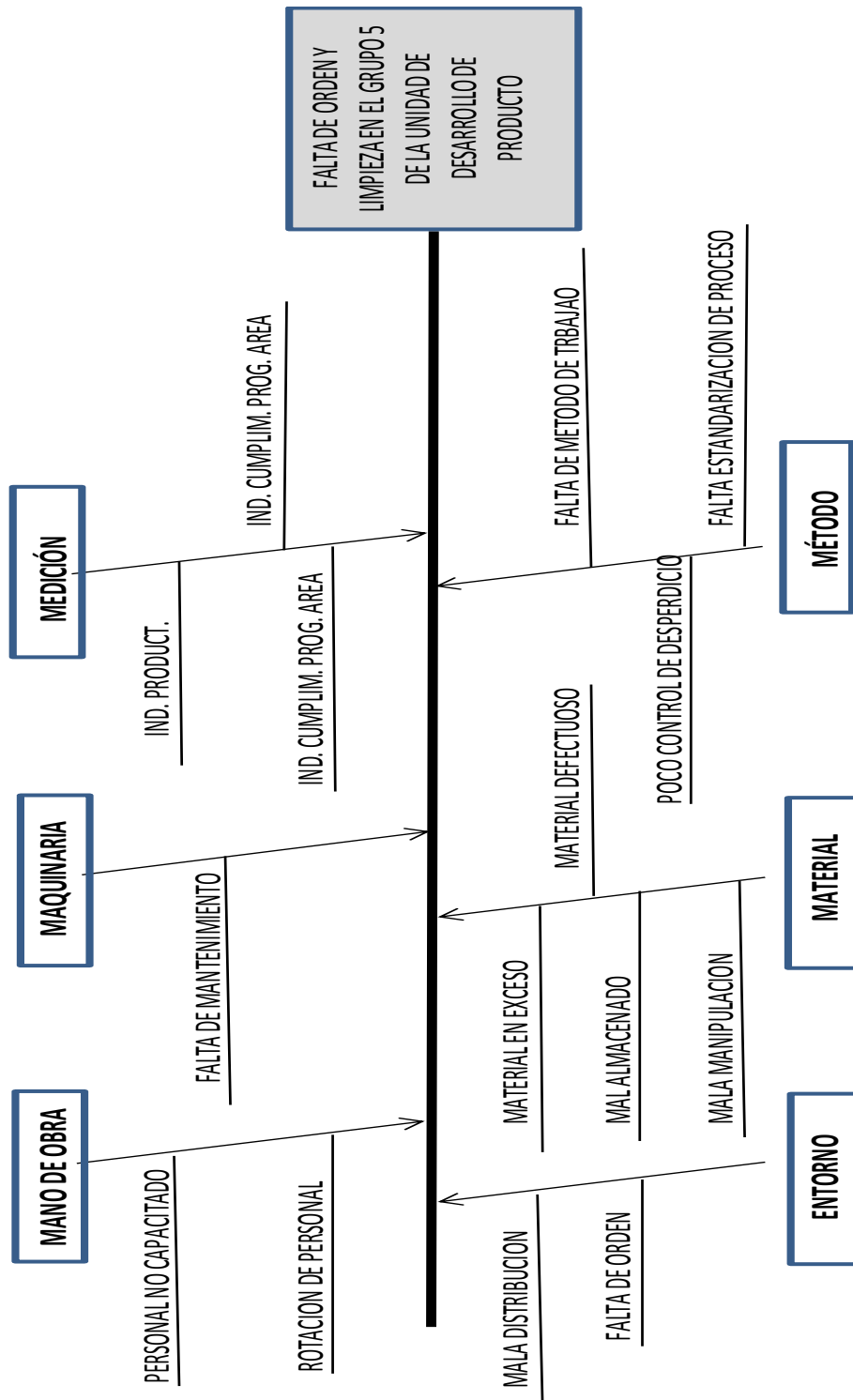
ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF) - ACTUAL									
NOMBRE DEL AREA:		UNIDAD DE DESARROLLO DE PRODUCTO				ELABORACION:		MARIA CLAUDIA GALVEZ MORA	
PROCESO:		ELABORACION DE UNA PRENDA DE VESTIR				FECHA:		11/06/2017	
PROCESO	MODO FALLA	EFFECTO	SEVERIDAD	CAUSAS	OCURENCIA	MECANISMO CONTROL	DETECCION	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS
RECEPCIONAR E INSPECCIONAR MATERIALES	MATERIALES DEFECTUOSOS	PRODUCTO FINAL DEFECTUOSO	7	REPROCESOS	4	OPERARIO	5	140	PROCEDIMIENTO DE CHECK LIST PARA LA RECEPCION CORRECTA DE LOS ELEMENTOS.
	MATERIALES INCOMPLETOS	TIEMPOS DE ESPERA	6	RETRASO EN ENTREGA DE PRODUCTO	4	OPERARIO	4	96	PROCEDIMIENTO DE CHECK LIST PARA LA RECEPCION CORRECTA DE LOS ELEMENTOS.
TRANSPORTAR MATERIALES A MODELISTA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE MOLDE
	MOLDE FUERA DE MEDIDAS (MAYOR)	MOLDE DESCARTADO	6	MOLDE IMPERFECTO, INSTRUMENTO DE CORTE DEFECTUOSO	5	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION	7	210	ESTABLECER UN PROTOCOLO DE REVISION DE MOLDES, CAPACITAR AL OPERARIO
DESARROLLAR MOLDE BASE	MOLDE FUERA DE MEDIDAS (INFERIOR)	REPROCESO DE CORTE HASTA LOGRAR LAS DIMENSIONES CORRECTAS	3	MOLDE IMPERFECTO, INSTRUMENTO DE CORTE DEFECTUOSO	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION	7	126	ESTABLECER UN PROTOCOLO DE REVISION DE MOLDES, CAPACITAR AL OPERARIO
	MOLDE CON PIEZAS INCOMPLETAS	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	3	CARENCIA DE HERRAMIENTAS DE LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION FINAL DE CORTE / INSPECCION INICIA DE COSTURA	5	105	IMPLEMENTAR EL USO DE STICKERS PARA ORDENAR LAS PIEZAS POR PARES.
TRANSPORTAR MOLDE A ESCALADOR	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE MOLDE
PREPARAR MOLDE PARA EXPORTAR	MAQUINA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	5	175	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO
EXPORTAR MOLDE BASE A SISTEMA	EXPORTAR PIEZAS INCOMPLETAS	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	3	CARENCIA DE HERRAMIENTAS DE LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION FINAL DE CORTE / INSPECCION INICIA DE COSTURA	5	105	IMPLEMENTAR EL USO DE STICKERS PARA ORDENAR LAS PIEZAS POR PARES.
TIZAR MOLDE EN SISTEMA	MAQUINA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	3	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	3	63	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO
PLOTEAR MOLDE	MAQUINA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	3	105	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO
TRANSPORTAR TIZADO A CORTE	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE MOLDE

TENDER TELA PARA CORTAR	TENDER TELA ENLADO CONTRARIO	REPROCESO DE CORTE	8	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	5	OPERARIO	5	200	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO
DEJAR RESPASAR TELA PARA TENDER	MANCHAR TELA CON UNQUES DE CORTE	PRODUCTO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	294	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE MOLDE
SOBRE PONER TIZADO Y CORTAR	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DE LAS TIJERAS	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	4	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	168	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE CORTE
	CORTAR EL CUERPO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	5	OPERARIO	4	200	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION
	CORTAR O ENTREGAR PIEZAS INCOMPLETAS	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	3	CARENCIA DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE UNIDADES EN PROCESO	7	INSPECCION FINAL DE CORTE / INSPECCION INICIA DE COSTURA	5	105	IMPLEMENTAR EL USO DE STICKERS PARA ORDENAR LAS PIEZAS POR PARES.
TRANSPORTAR A MAQUINA DE FUSIONADO	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE CORTE
FUSIONAR PIEZAS CORTADAS	MAQUINA FUERTE EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	4	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	5	140	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO
	QUEMAR LAS PIEZAS CON LA FUSIONADORA	PIEZA DESCARTADA	8	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	5	OPERARIO	4	160	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO
	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DE LA FUSIONADORA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	216	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE MOLDE
TRANSPORTAR PIEZAS A COSTURERO	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE CORTE
REALIZAR PROCESO DE COSTURA - REMALLE	MANCHAR LA TELA CON GRASA DE LA MAQUINA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	3	126	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA
	REMALLAR MAS NECESARIO	PIEZA DESCARTADA	6	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	5	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION	6	180	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO
	MAQUINA REMALLADORA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	6	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	5	150	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO
TRANSPORTAR DE REMALLE A CORTURA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	4	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	144	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA
REALIZAR PROCESO DE COSTURA - RECTA	MANCHAR LA TELA CON GRASA DE LA MAQUINA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	8	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	8	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	384	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA
	COSER EL DEDO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	3	OPERARIO	2	60	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION
	MAQUINA RECTA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	8	FALTA DE MANTENIMIENTO	7	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	6	336	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

TRANSPORTAR DE RECTA A PLANCHA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	4	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACIÓN / INSPECCION FINAL	6	144	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA
REALIZAR PROCESO DE COSTURA - PLANCHA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DE LA PLANCHA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACIÓN / INSPECCION FINAL	6	294	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA
	CORTAR EL CUERPO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	6	OPERARIO	2	120	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION
INSPECCIONAR MUESTRA	QUEMAR LA TELA CON LA PLANCHA	CAMBIO DE PIEZA QUEMADA	10	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	7	OPERARIO	2	140	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO
	MANCHAR LA PRENDA CON UTILES DE INSPECCION	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACIÓN / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA
REALIZAR PROCESO DE ACABADOS MANUAL	PICAR PRENDA CON PIQUETERA	CAMBIO DE PIEZA PICADA	9	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	5	OPERARIO	4	180	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO
	CORTAR O INCAR EL CUERPO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	7	OPERARIO	2	140	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION
TRANSPORTAR DE MANUAL A PLANCHA	MANCHAR LA PRENDA CON UTILES DE TRABAJO	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	8	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACIÓN / INSPECCION FINAL	6	288	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE ACABADOS
	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	5	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACIÓN / INSPECCION FINAL	3	105	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE ACABADOS
REALIZAR PROCESO ACABADOS - PLANCHA	PLANCHA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	4	140	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO
	MANCHAR LA PRENDA CON SUCIEDAD DE LA PLANCHA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	8	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACIÓN / INSPECCION FINAL	6	336	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE ACABADOS
	QUEMAR EL CUERPO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	6	OPERARIO	2	120	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION
	QUEMAR LA PRENDA CON LA PLANCHA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	9	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	6	OPERARIO	3	162	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO

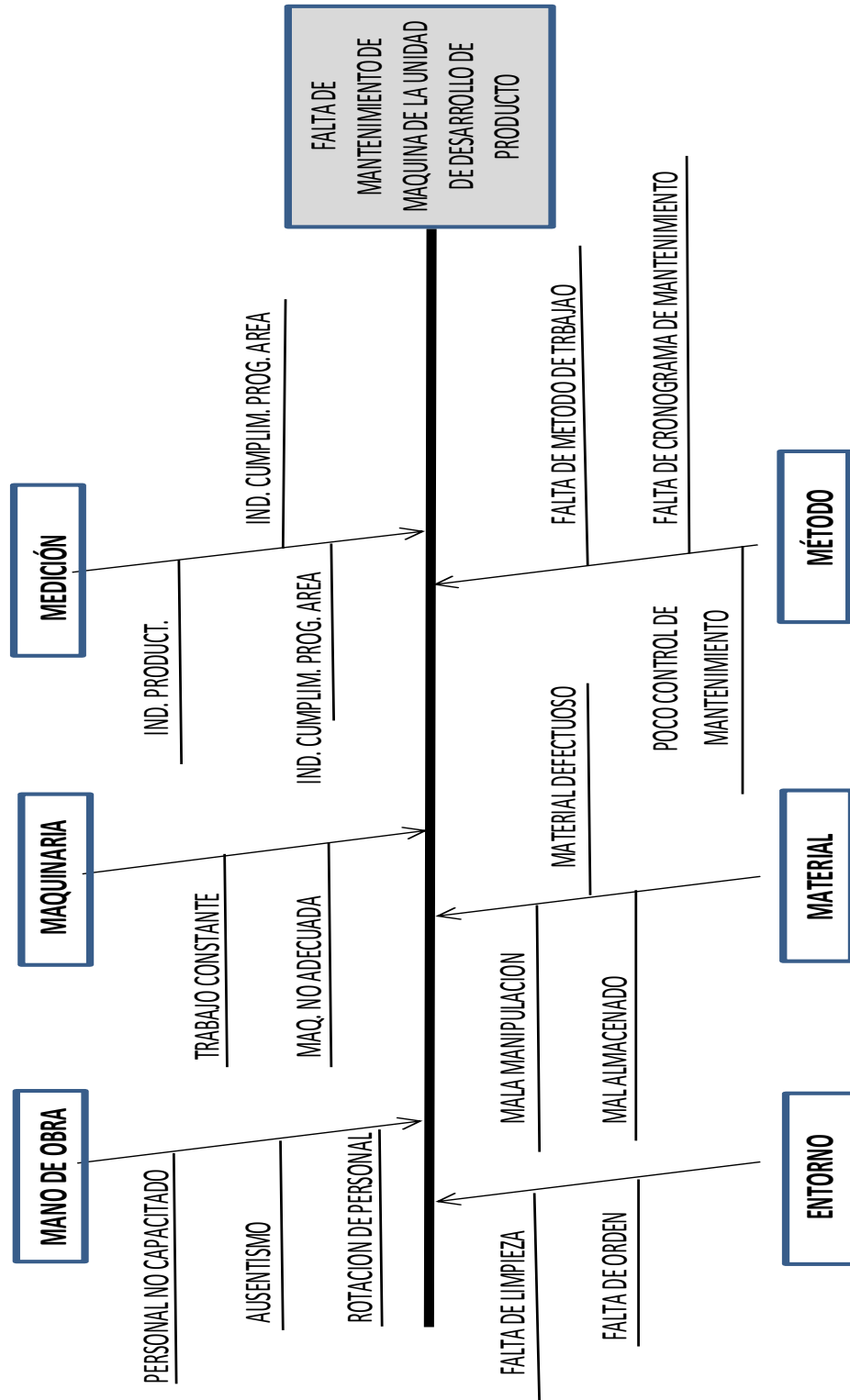
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 10 ISHIKAWA – 5S



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 11 ISHIKAWA TPM



Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Presentación de resultados

### Identificación de variables críticas que afectan el proceso productivo.

A partir del análisis realizado puede concluirse que la probabilidad y severidad más altas se encuentran en los riesgos correspondientes al proceso de confección del grupo 5 los cuales son: Falta de orden y limpieza y Falta de mantenimiento; y ya que estos riesgos se viene desarrollando en todo los procesos de grupo 5 se ejecutaran las siguientes herramientas Lean a todo el grupo las cuales permitirán mitigar los problemas señalados en el Cuadro 23.

**CUADRO N° 23 HERRAMIENTAS A UTILIZAR**

CAUSAS INACEPTABLES	HERRAMIENTAS A UTILIZAR
Falta de orden y limpieza	5'S
Falta de mantenimiento	TPM

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber identificado los problemas más críticos que enfrenta la unidad de desarrollo de producto actualmente (Matriz AMEF) y las herramientas Lean que nos ayudaron a solucionarlos se procedió con la implementación de estas.

#### 5.2.1 Análisis y resultados de la implementación de la Metodología 5S

Mediante la implementación de las 5S se esperó generar un ambiente de trabajo en el cual mediante el orden y limpieza se busque la mejora continua de toda la unidad de trabajo. Para ello, el compromiso de la jefatura de la unidad es muy importante, pues es el responsable de transmitir esta metodología a todo el personal del área.

Entre sus funciones se encuentra el inculcar el compromiso continuo mediante la participación de todos, asimismo se encargara de supervisar y dar seguimiento a los avances que se den en cada etapa.

Para que una implementación de las 5S sea exitosa se propone desarrollar dos reuniones. El equipo de trabajo debe estar conformado por la jefatura de la unidad de desarrollo de producto así como algunos operarios directos en el proceso. Para la primera reunión se debe contar con la jefatura de ingeniería, la supervisora del área y uno de los operarios que este más involucrado con todos los procesos que se desarrollan y que presente habilidades de liderazgo entre sus compañeros para que pueda transmitir con éxito la metodología. Entre los temas tratados en esta reunión será permitírnos conocer el objetivo por el cual se busca implementar esta metodología en el sistema productivo. Asimismo, se espera dar a conocer como se desarrollara todo el proyecto de la implementación, desde la etapa inicial hasta su respectivo seguimiento.

Por el mismo lado, se propuso realizar una segunda reunión de los mismos integrantes anteriormente mencionados, con todos los operarios del área. Para esta reunión se espera dar a conocer al personal operario sobre él porque cumplir esta filosofía e incentivarlos a que la desarrollen día a día en sus labores de trabajo. Se debe buscar que el operario crea en que van a mejorar y lo realice con un gran compromiso hacia la mejora continua de todo el equipo y de la empresa. De igual forma, en estas capacitaciones se va a impartir todos los conceptos para

el desarrollo de las 5S buscando que los operarios entiendan de la mejor manera todos los puntos.

### **SEIRI-CLASIFICAR**

Como primer paso el área de ingeniería conjuntamente con la supervisora realizo el levantamiento de información del área lo cual quedo como antecedente para futuros análisis.

Luego de levantar la información se procedió a clasificar los objetos necesarios de los innecesarios. De esta forma la supervisora se cercioro de mantener los objetos que realmente sean necesarios para cada puesto de trabajo; así como los innecesarios en su ubicación.

De esta forma, se buscó mantener el espacio de trabajo despejado de objetos innecesarios que generen desorden en el área.

Para realizar la clasificación de los objetivos necesarios o innecesarios se espera trabajar en conjunto, los operarios con la supervisora. Dentro de la clasificación de elementos innecesarios se encuentran dos tipos de elementos:

#### **Elementos dañados:**

Son aquellos que no están en buen estado, para ellos se debió determinar cuáles son de utilidad y cuáles no. Para los que aún pueden servir se planteó acondicionar una pequeña área dentro de la unidad para todos aquellos equipos y herramientas que se encuentren en la condición de espera de reparación.

Se analizó cuáles de los elementos en el área de trabajo están



obsoletos para separarlos del resto y proceder con su descarte. La determinación de estos elementos es más importante aun cuando el área de la planta es pequeña y se ocupan metros con este tipo de elementos.

#### **Elementos de más o innecesarios:**

Para estos elementos innecesarios se emplearon unas tarjetas rojas que permitieron formalizar el reconocimiento de este tipo de elemento y planear cual va a ser la acción correctiva. De esta forma, se determinó si el elemento se va a mover a una nueva ubicación en el área de trabajo, si se moverá fuera de la zona de trabajo o si se eliminara. El formato que seguirán las tarjetas rojas se muestra en la figura 5.7.

**FIGURA N° 12 TARJETA ROJA**

Fecha:.....		Numero
Area:.....		
Nombre del Objeto	Cantidad	Unidad de Medida
Disposicion		
<input type="checkbox"/> Transferir a area de tarjetas rojas <input type="checkbox"/> Transferir hacia otro almacen <input type="checkbox"/> Vender <input type="checkbox"/> Eliminar		
Razon:.....		
Fecha de disposicion:.....		
Elaborado por:.....		

Fuente: Elaboración propia

#### **SEITON-ORDENAR**

Mediante un buen orden de los elementos se puede conseguir disminuir los tiempos de búsqueda y crear un fácil acceso, que permita

localizarlos de forma rápida y oportuna.

En la unidad de desarrollo de producto, se puede observar que no existe un adecuado orden, para lo cual se procedió con la clasificación en los diferentes procesos.

- **Molde:** Se elaboraron rótulos para la clasificación de los moldes según tipo de muestra tomando en cuenta la cercanía o lejanía que deben de tener según la frecuencia de utilización.
- **Corte:** Se elaboraron separadores los cuales dividan telas de licitaciones públicas de privadas y así reducir la confusión de las mismas conjuntamente de rótulos por cliente para cada bolsa de materiales.
- **Confección:** Se elaboraron contenedores con separadores donde los modelistas podrán ubicar sus materiales según requerimientos de la muestra y con esto evitar pérdidas de los mismos y retrasos en las entregas.
- **Acabados:** Se elaboraron contenedores pequeños con separadores donde ellas podrán ubicar sus materiales según requerimientos de la muestra y con esto evitar pérdidas y retrasos en los materiales.
- Para poder realizar el rendimiento de la implementación de esta herramienta se va a usar como indicador los tiempos de búsqueda de algún objeto. De esta forma, se muestra la reducción de tiempos de búsqueda de materiales en proceso.

## CUADRO N° 24 INDICADOR BUSQUEDA DE MATERIALES

	MIN. DISP/MES	MIN. OBS	% UTILIZACIÓN
ACTUAL	80256	9631	12%
META	80256	5618	7%

Fuente: Elaboración propia

### **SEISO-LIMPIAR**

La empresa en estudio trabaja con muestras que serán entregadas al cliente por lo que cuanto a limpieza la empresa debe ser muy estricta pues los procesos y operarios están en constante relación con el producto. La empresa cumple con mantener limpio el lugar de trabajo, pero se ha observado que en algunos casos los operarios manipulan las muestras sin tener el adecuado cuidado, asimismo se observa zonas en las que debido al constante trabajo se ensucian.

Para ello se dio el seguimiento sobre la situación de limpieza que presente los procesos en determinados intervalos diarios. De igual forma, para medir el rendimiento de la efectividad en la limpieza se utilizara un indicador de tiempos de limpieza. De esta forma, se muestra la reducción de tiempos de limpieza en proceso.

#### CUADRO N° 25 INDICADOR DE LIMPIEZA EN PROCESO

	MIN. DISP/MES	MIN. OBS	% UTILIZACIÓN
ACTUAL	80256	10433.28	13%
META	80256	7223.04	9%

Fuente: Elaboración propia

#### **SEIKETSU-ESTANDARIZAR**

Para conservar todo lo aprendido por el personal hacia las 3S mencionadas anteriormente, se debe generar un hábito. Para ello se les asignara funciones determinadas a cada operario sobre las zonas que quedan a su cuidado, de igual forma se mostrara la forma en la que deben proceder, para que así también algún personal nuevo se familiarice rápidamente con esta práctica.

De igual forma, se mostraron los avances alcanzados por todo el equipo en cuanto al trabajo con cada una de las eses, lo que permitió crear bienestar en los trabajadores al ver que su área de trabajo ha mejorado.

Por otro lado, para motivar a las ideas del personal que encuentre nuevos puntos a mejorar se dispondrá de un formato en el cual el operario o cualquier trabajador pueda explicar su idea de mejora, generando con ello más confianza y compromiso hacia la metodología haciendo acreedor al mismo tiempo de un bono por iniciativa.

## **SHITZUKE-DISCIPLINA**

Por último, se espera disciplina que logre un mayor compromiso en la unidad de desarrollo de producto con las mejoras planteadas. Para ello, se utilizara un periodito mural en el cual se expondrán diversos puntos. Entre uno de los puntos se mostrara son los principios de los cinco puntos de las 5S para que siempre estén al libre conocimiento de todo el personal. De igual forma, se mostraran fotos que en las que se vea el antes y el después, para que vean de una forma más ilustrada los cambios logrados.

Además de ello, se programarán dentro de las inducciones al personal nuevo, un tiempo destinado a explicar la filosofía de las 5S de forma que se siga manteniendo los avances logrados en el sistema productivo. Como resumen se presentarán los siguientes puntos en el tablero de gestión visual de la implementación de 5S

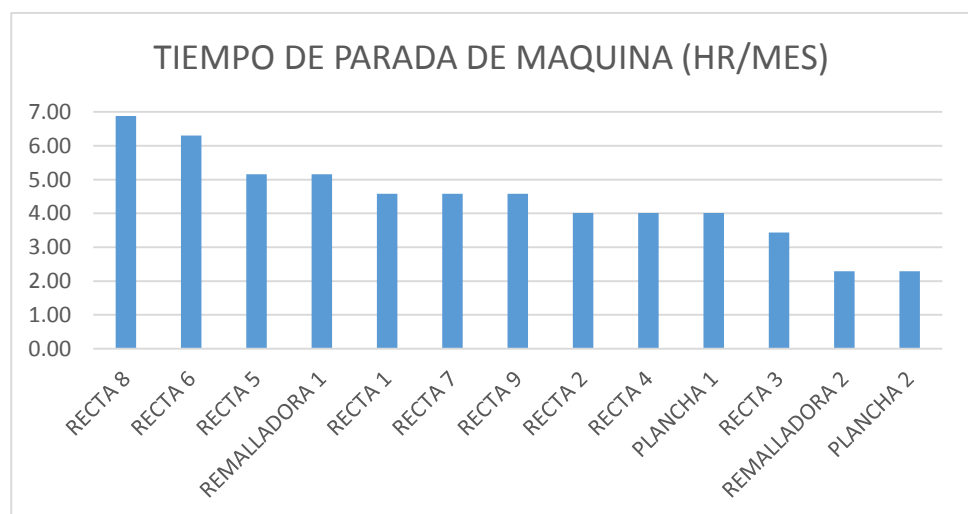
- Objetivos de la implementación 5S
- Actividades a realizar para una implementación exitosa
- Integrantes del equipo
- Responsabilidad de los miembros del equipo
- Indicadores de avance de 5S
- Fotos del antes y después de diversos puestos y/o áreas.

### 5.2.2 Análisis y resultados de la implementación de TPM

Los responsables son los mismos de la campaña anterior (implementación 5S) por lo que se nombraron y formaron los equipos TPM en el cual se estableció el cronograma de reuniones del equipo autónomo y la actualización del cuadro de actividades dentro del tablero de gestión visual en donde se publicó las fotos y nombres de los integrantes del equipo TPM. En esta etapa se procedió a estandarizar los nombres de los componentes y tipo de anomalías, establecer punto de partida en función a objetivos de área y fotografiar equipo/máquina actual y el listado de implementos necesarios para la limpieza.

Se tuvo como prioridad en la implementación del mantenimiento autónomo a las máquinas que estén en el puesto de trabajo que genere un mayor tiempo de parada de máquina o tiempo muerto.

**FIGURA 13: TIEMPO DE PARADA DE LAS MÁQUINAS DE UDP**



Fuente: Elaboración propia

Las capacitaciones de mantenimiento autónomo se realizaron a través de la repetición de actividades y auditorias en los componentes de los equipos con mayor cantidad de anomalías y mayor cantidad de paradas de producción como se puede ver en la figura 13. Cuando el operario haya desarrollado maestría en la implementación de los componentes del equipo, se podrá aplicar al resto de partes del equipo y diferentes grupos de la unidad de desarrollo de producto.

Para una producción eficiente se dividieron las actividades en 2 grupos.

### **1. Actividades de producción (operarios)**

- a. **Prevención del deterioro:** Los equipos fueron operados correctamente manteniendo las condiciones básicas del equipo, realizando los ajustes básicos adecuados anotando todas las observaciones referentes a descomposturas y malos funcionamientos.
- b. **Medición del deterioro :** el personal realizo inspecciones diarias y periódicas
- c. **Restauración del equipo:** los operarios realizaron reparaciones menores los cuales estuvieron a su alcance dentro de sus funciones, y asistieron en reparaciones de descomposturas mayores.

### **2. Actividades del departamento de mantenimiento**

- a. Mejoraron la confiabilidad del equipo
- b. Guiaron y asistieron a los operarios con el mantenimiento autónomo

Seguidamente se desarrollaron los 7 pasos para la implementación del Mantenimiento Autónomo.

## **1. Limpieza inicial**

Como primer punto los operarios desarrollaron interés y compromiso con sus equipos a través de una limpieza profunda de estas, generando así inspecciones constantemente. También aprendieron sobre la lubricación básica y las técnicas de auditoria y se capacitaron en la detección de problemas del equipo.

Dentro de la limpieza tuvieron que eliminar los efectos que producen resistencia como fricción, desgaste.

## **2. Eliminar las fuentes de contaminación y áreas inaccesibles**

Para la eliminación o reducción de fuentes contaminantes se analizó el equipo a trabajar determinando las causas de suciedad, polvo, etc. Se realizaron procedimientos de limpieza e inspección más eficientes para las áreas problema. Cada grupo se hizo responsable de limpiar y mejorar sus equipos de la mano con el mecánico.

## **3. Estándares de limpieza y lubricación**

Después de desarrollar los pasos 1 y 2 se realizaron controles visuales que muestren los límites de aceite, los niveles de agua y métodos más eficientes de lubricación dependiendo del equipo a trabajar.

Y ya que la lubricación se ha establecido como uno de los puntos de mayor importancia dentro del mantenimiento al observar que los lubricantes en las partes de mayor importancia dentro del mantenimiento al observar que los lubricantes en las partes mecánicas de equipos o máquinas, reducen el rozamiento, calor, desgaste y prolongan la vida útil y su tiempo de operación.



Se establecerá:

1. Tipos de lubricantes que debe utilizar para cada función de la maquina
2. Programar los periodos de lubricación que requiere el equipo y el tiempo que lleva la actividad.
3. Identificar los puntos de lubricación de cada equipo
4. Cantidad de lubricante que requiere cada equipo
5. Herramientas que se requieren para la lubricación

Ya que el tiempo disponible para limpieza, lubricación, apretado de pernos, y detectar los defectos menores es limitado se deben de establecer estándares para un trabajo de mantenimiento básico rápido y efectivo para evitar deterioros futuros de los equipos

#### **4. Inspección general**

Para este paso se capacitó al personal en la medición del deterioro, efectividad y auditoria con una inspección general del equipo usando un manual de inspección preparada por personal calificado, como mantenimiento y el supervisor.

Este paso llevó un tiempo completarse ya que el personal debe de desarrollar habilidades de detección de anomalías.

#### **5. Inspección autónoma**

El mecánico en conjunto con la unidad de desarrollo de producto establecieron un calendario de mantenimiento mensual y se analizaron los estándares a manejarse en los equipos desarrollando así inspecciones completas y eficaces.

#### **6. Organización y mantenimiento del lugar de trabajo**

En este paso los jefes tomaron el liderazgo para gestionar la implantación del mantenimiento autónomo definiendo las responsabilidades y funciones de los operarios y mecánicos. Ya que además del mantenimiento básico, inspección e identificación de anomalías, los operarios debieron ser responsables de:

- Operación y preparación de maquina correctas
- Detección y tratamiento de condiciones anormales
- Registrar datos de la operación, calidad y condiciones de proceso

#### **7. Implementación del programa de mantenimiento autónomo completamente**

En este paso los trabajadores desarrollaron una mayor y mejor aptitud hacia el trabajo siendo más competitivos. Llegando a ser trabajadores independientes, entrenados y en los que se puede confiar, de los que se pueden esperar que realicen y verifiquen su propio trabajo e implanten mejoras autónomamente.

Con respecto al OEE, la disponibilidad aumento de 84% a 92% debido a que el tiempo dedicado a las paradas no planificadas disminuyó como consecuencia del decremento del tiempo de setup (configuración) y del tiempo total para reparar a lo largo del año debido a las mejoras implantadas. El rendimiento aumentó de 86% a 93% debido a que el tiempo bruto de producción aumenta al disminuir el tiempo de paradas no planificadas. La tasa de calidad aumento de 83% a 95% debido a que el porcentaje de defectuosos promedio disminuyo de 17% a 13%

El OEE global de la línea se incrementó de 60% a 81% como consecuencia del aumento de los indicadores mencionados, se espera obtener una línea con una eficiencia global de equipo a un nivel adecuado.

A continuación se detalla los cálculos de los resultados obtenidos.

### **Actual**

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Tiempo de operacion disponible}}{\text{Tiempo de operacion total}} * 100\% = \frac{33549 \text{ min/mes}}{39840 \text{ min/mes}} * 100\% = 84\%$$

$$EFICIENCIA = \frac{\text{Output total}}{\text{Output potencial}} * 100\% = \frac{41 \text{ pd/mes}}{48 \text{ pd/mes}} * 100\% = 86\%$$

$$CALIDAD = \frac{\text{Producción de calidad producida}}{\text{Producción total}} * 100\% = \frac{34 \text{ pd/mes}}{48 \text{ pd/mes}} * 100\% = 83\%$$

$$OEE = Disponibilidad * Eficiencia * Calidad = 84\% * 86\% * 83\% = 60\%$$

### **Meta**

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Tiempo de operacion disponible}}{\text{Tiempo de operacion total}} * 100\% = \frac{36637 \text{ min/mes}}{39840 \text{ min/mes}} * 100\% = 92\%$$

$$EFICIENCIA = \frac{\text{Output total}}{\text{Output potencial}} * 100\% = \frac{45 \text{ pd/mes}}{48 \text{ pd/mes}} * 100\% = 93\%$$

$$CALIDAD = \frac{\text{Producción de calidad producida}}{\text{Producción total}} * 100\% = \frac{37 \text{ pd/mes}}{45 \text{ pd/mes}} * 100\% = 95\%$$

$$OEE = Disponibilidad * Eficiencia * Calidad = 92\% * 93\% * 95\% = 81\%$$

## CUADRO N° 26 CÁLCULO DE OEE

	ACTUAL	META	% AUMENTO
DISPONIBILIDAD	84%	92%	8%
EFICIENCIA	86%	93%	7%
CALIDAD	83%	95%	12%
OEE	60%	81%	21%

Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.3 Análisis y resultados de la productividad del área.

En el área de unidad de desarrollo de producto para la implementación de las 5S se esperó un avance constante hasta la tercera fase, es decir hasta la limpieza, luego se podría tornar con mayor dificultad. Debido a la carga de trabajo y a posible disminución del interés y motivación de los involucrados. A pesar de eso, se insistió con charlas y auditorias constantes. A continuación se detallan los tiempos que obtuvieron una reducción después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing.

- Tiempo de transporte en proceso por mejora del orden y limpieza en el área (5S)
- Tiempo de parada de maquina por implementación de mantenimientos preventivos (TPM)

### Indicadores 5S

Mediante la implementación de las 5S se logró reducir:

- Los tiempos de transporte durante el proceso de molde de 1871.6 min a 843.4 min logrando obtener un 55% de reducción en el tiempo y un incremento en la producción de 2.62 muestras mensuales.

Tiempo actual = tiempo observado (mes)

Tiempo meta = tiempo observado (mes)

$$\% \text{ Reducción} = \frac{\text{actual} \left( \frac{\text{min}}{\text{mes}} \right) - \text{meta} \left( \frac{\text{min}}{\text{mes}} \right)}{\text{actual} \left( \frac{\text{min}}{\text{mes}} \right)} = \frac{1027.9 \left( \frac{\text{min}}{\text{mes}} \right)}{1871.6 \left( \frac{\text{min}}{\text{mes}} \right)} = 55\%$$

$$\text{Incremento} = \frac{1027.9 \left( \frac{\text{min}}{\text{mes}} \right)}{388 \frac{\text{min}}{\text{muestra}}} = 2.62 \frac{\text{muestra}}{\text{mes}}$$

- Los tiempos de transporte durante el proceso de corte de 651.9 min a 452.31 min logrando obtener un 31% de reducción en el tiempo y un incremento en la producción de 1.94 muestras mensuales.
- Los tiempos de transporte durante el proceso de confección de 4200 min a 2731.1 min logrando obtener un 35% de reducción en el tiempo y un incremento en la producción de 2.75 muestras mensuales.
- Los tiempos de transporte durante el proceso de acabados de 858 min a 647.8 min logrando obtener un 24% de reducción en el tiempo y un incremento en la producción de 1.21 muestras mensuales.

### CUADRO N° 27 REDUCCIÓN DE TIEMPO POR 5S

PROCESO	ACTUAL (MIN)	META (MIN)	REDUCCIÓN (MIN)	% REDUCCIÓN	INCREMENTO DE PRODUCCIÓN (MENSUAL)
PROCESO MOLDE	1871.6 min	843.4 min	1028.2 min	55%	2.62
PROCESO CORTE	651.9 min	452.0 min	199.9 min	31%	1.94
PROCESO COSTURA	4200.0 min	2731.1 min	1468.9 min	35%	2.75
PROCESO ACABADOS	858.0 min	647.8 min	210.2 min	24%	1.21
TOTAL	7581.5 min	4674.3 min	2907.2 min	38%	2.39

Fuente: Elaboración propia.

#### Indicadores de TPM

Mediante la implementación de TPM se logró reducir:

- Los tiempos de parada de máquina durante el proceso de corte de 1051.2 min a 573.1 min logrando obtener un 45% de reducción en el tiempo y un incremento en la producción de 4.29 muestras mensuales.
- Los tiempos de parada de máquina durante el proceso de costura de 3437.5 min a 1728.2 min logrando obtener un 50% de reducción en el tiempo y un incremento en la producción de 3.22 muestras mensuales.
- Los tiempos de parada de máquina durante el proceso de acabados de 1802.7 min a 896.3 min logrando obtener un 50% de reducción en el tiempo y un incremento en la producción de 4.72 muestras mensuales.

Como nota se tiene que para el proceso de Molde no se ha efectuado ningún cálculo ya que este proceso no tiene perdidas por mantenimiento ya que no cuenta con instrumentos mecánicos ni automáticos.

### CUADRO N° 28 REDUCCIÓN DE TIEMPO POR TPM

PROCESO	ACTUAL (MIN)	META (MIN)	REDUCCIÓN (MIN)	% REDUCCIÓN	INCREMENTO DE PRODUCCIÓN (MENSUAL)
PROCESO CORTE	1051.2 min	573.1 min	478.1 min	45%	4.29
PROCESO COSTURA	3437.5 min	1728.2 min	1709.3 min	50%	3.22
PROCESO ACABADOS	1802.7 min	896.3 min	906.4 min	50%	4.72
TOTAL	6291.4 min	3197.6 min	3093.8 min	49%	3.73

Fuente: Elaboración propia.

Como otros beneficios se mencionó:

**a. Incremento de la capacidad productiva**

Como se vio en la implantación de la herramienta 5S y TPM se logra ampliar la producción en 6.3 muestras mensuales.

**b. Disminución de horas-hombre**

Con la implantación de las herramientas 5S y TPM se logra reducir el tiempo de producción en 6016.4 min.

**c. Incremento del área de trabajo**

Como se ve en el ANEXO 4 mediante el orden y una nueva distribución de planta se logra obtener un área más propicia de trabajo.

**d. Motivación del personal**

Mediante la reducción de tiempos de transporte y paradas de maquina se logra mayores eficiencias del personal lo que influye en la buena predisposición de este, logrando los objetivos. Adicional a ello el personal recibe incentivos por metas propuestas.

### **Diagrama de análisis de proceso – futuro.**

Como se observó en el diagrama de análisis de proceso actual de las 14 operaciones que se realizaban 9 de ellas no generan valor (como son los transportes, inspecciones, almacenaje) y 5 si generan valor las cuales son todas las operaciones que transforman la muestra, obteniendo así un porcentaje Lean de 82% en el proceso luego de la implementación de mejora se obtendrán 12 operaciones de las cuales 7 de ellas no generan valor y si 5 generan valor optimizando con esto el proceso y obteniendo con esto un porcentaje Lean de 69% y reduciendo el tiempo de ciclo de 390 min a 347 min como se muestra en la tabla 18.



FIGURA N° 14 DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO - FINAL

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROESO - DESPUÉS

PROCESO		FABRICACION				Resumen		
PRENDA		SACO				Actividad	Número	Distancia
Principio:		RECEPCIONAR E INSPECCIONAR MATERIALES				Operación	9	1034.56
Final:		REALIZAR PROCESO DE ACABADOS PLANCHA				Transporte	9	65.88
						Inspección	1	11.65
						Espera	6	153.12
						Almacenaje	0	0.00
						TOTAL (MIN)	25	1265.21
						TOTAL (HRS)		21.09

IT	T (MIN)	D (MT)	○	↑	□	⬇	▽	G.V.	N.G.V	Descripción del paso	Detalle del proceso
1	11.65				○				NO	RECEPCIONAR E INSPECCIONAR MATERIALES	la habilitadora se encarga de que todos los materiales se encuentren completos y en buen estado.
2	1.69	7.614		○					NO	TRANSPORTAR MATERIALES A MODELISTA	la habilitadora entrega materiales revisados al modelista.
3	229.56		○					SI		DESARROLLAR MOLDE BASE	el modelista desarrolla los moldes según la medida y especificaciones de la ficha técnica.
4	2.64	11.9		○					NO	TRANSPORTAR MOLDE A ESCALADOR	el modelista transporta moldes al tizador.
5	21.42					○			NO	PREPARAR MOLDE PARA EXPORTAR	el tizador prepara la maquina para exportar molde.
6	55.87					○			NO	EXPORTAR MOLDE BASE A SISTEMA	el tizador exporta el molde al sistema.
7	23.94					○			NO	ESCALAR MOLDE EN SISTEMA	el tizador escalada moldes en el sistema
8	16.47					○			NO	PLOTEAR MOLDE	el tizador plotea molde en el plotter.
9	3.14	14.1		○					NO	TRANSPORTAR TIZADO A CORTE	el tizador transporta el ploteado y los materiales al cortador.
10	20.00		○					SI		TENDER TELA PARA CORTAR	el cortador tiende la tela.



### **Análisis de modo y efecto de la falla – futuro**

Como se observó en el análisis de modo y efecto de falla actual de las 11 causas encontradas 5 tienen un nivel aceptable, 4 un nivel de reducción aceptables y 4 un nivel inaceptable siendo este último el nivel a analizar y mejorar mediante las herramientas obteniendo luego de las implementaciones plantadas 9 causas en un nivel aceptable, 4 en un nivel de reducción deseable y ninguna causa en un nivel inaceptable siendo las causas en un nivel de reducción deseable las próximas a analizar y mejorar como se muestra en la tabla 19 y tabla 20.

Obteniendo como resultado.

CUADRO N° 29 CUADRO DE NIVEL DE RIESGO

DESPUÉS		
NPR > 500	ALTO RIESGO DE FALLA	0
499 < NPR > 124	RIESGO DE FALLA MEDIO	15
124 > NPR	RIESGO DE FALLA BAJO	27

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA N° 14 ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA - FINAL**

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMIEF) - ACTUAL												
NOMBRE DEL AREA:		UNIDAD DE DESARROLLO DE PRODUCTO				ELABORACION:		MARIA CLAUDIA GALVEZ MORA				
PROCESO:		ELABORACION DE UNA PRENDA DE VESTIR				FECHA:		11/06/2017				
PROCESO	MODO FALLA	EFECTO	SEVERIDAD	CAUSAS	OCCURRENCIA	MECANISMO CONTROL	DETECCION	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS			
									OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	
RECEPCIONAR E INSPECCIONAR MATERIALES	MATERIALES DEFECTUOSOS	PRODUCTO FINAL DEFECTUOSO	7	REPROCESOS	4	OPERARIO	5	140	3	4	84	
	MATERIALES INCOMPLETOS	TIEMPOS DE ESPERA	6	RETRASO EN ENTREGA DE PRODUCTO	4	OPERARIO	4	96	3	3	54	
TRANSPORTAR MATERIALES A MODELISTA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	6	5	180	
	MOLDE FUERA DE MEDIDAS (MAYOR)	MOLDE DESCARTADO	6	MOLDE IMPERFECTO, INSTRUMENTO DE CORTES DEFECTUOSO	5	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION	7	210	4	6	144	
DESARROLLAR MOLDE BASE	MOLDE FUERA DE MEDIDAS (INFERIOR)	REPROCESO DE CORTES HASTA LOGRAR LAS DIMENSIONES CORRECTAS	3	MOLDE IMPERFECTO, INSTRUMENTO DE CORTES DEFECTUOSO	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION	7	126	5	6	90	
	MOLDE CON PIEZAS INCOMPLETAS	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	3	HERRAMIENTAS DE CONTROL DE UNIDADES EN PROCESO	7	INSPECCION FINAL DE CORTES / INSPECCION INICIA DE COSTURA	5	105	6	4	72	
TRANSPORTAR MOLDE A ESCALADOR	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	6	5	180	
	MAQUINA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	5	175	4	4	112	
EXPORTAR MOLDE BASE A SISTEMA	EXPORTAR PIEZAS INCOMPLETAS	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	3	GARENCIA DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE UNIDADES EN PROCESO	7	INSPECCION FINAL DE CORTES / INSPECCION INICIA DE COSTURA	5	105	6	4	72	
	MAQUINA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	3	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	3	63	2	2	28	
PLOTAR MOLDE	MAQUINA EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	3	105	4	2	56	
	TRANSPORTAR TIZADO A CORTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDARIZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	6	5	180	

TENDER TELA PARA CORTAR	TENDER TELA EN MAL ESTADO CONTRARIO	REPROCESO DE CORTE	8	FALTA DE CAPIERAZO AL OPERARIO	5	OPERARIO	5	200	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO	4	4	128
DEJAR RESPONSA TELA PARA TENDER	MANCHAR TELA CON SUCIEDAD DE LAS TIJERAS	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	294	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE MOLDE	6	5	210
SOBRE PONER TIZADO Y CORTAR	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DE LAS TIJERAS	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	4	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	168	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE CORTE	6	5	120
	CORTAR EL CORTADOR DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	5	OPERARIO	4	200	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION	4	3	120
TRANSPORTAR A MAQUINA DE FUSIONADO	CORTAR O ENTREGAR PIEZAS INCOMPLETAS	RETRASO PRODUCTO SIGUIENTE	3	HERRAMIENTAS DE CORTADO, FALTA DE UNIDADES EN PROCESO	7	INSPECCION FINAL DE LA PIEZA, INICIO DE COSTURA	5	105	IMPLEMENTAR EL USO DE STICKERS PARA ORDENAR LAS PIEZAS POR PARES.	6	4	72
	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE CORTE	6	5	180
FUSIONAR PIEZAS CORTADAS	MAQUINA FUSIONADORA EN MAL ESTADO	RETRASO PRODUCTO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	4	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	5	140	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	3	4	84
	QUEMAR LAS PIEZAS EN LA FUSIONADORA	PIEZA DESCARTADA	8	FALTA DE CAPIERAZO AL OPERARIO	5	OPERARIO	4	160	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO	4	3	96
TRANSPORTAR PIEZAS A COSTURERO	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DE LA FUSIONADORA	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	216	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE MOLDE	5	5	150
	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	6	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE CORTE	6	5	180
REALIZAR PROCESO DE COSTURA - REMALLE	MANCHAR LA TELA CON GRASA DE LA MAQUINA	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	3	126	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA	5	2	70
	REMALLAR MAS NECESARIO	PIEZA DESCARTADA	6	FALTA DE CAPIERAZO AL OPERARIO	5	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION	6	180	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO	4	5	120
TRANSPORTAR DE REMALLE A CORTURA	MAQUINA REMALLADORA EN MAL ESTADO	RETRASO PRODUCTO SIGUIENTE	6	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	5	150	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	4	4	96
	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	4	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	144	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA	5	5	100
REALIZAR PROCESO DE COSTURA - RECTA	MANCHAR LA TELA CON GRASA DE LA MAQUINA	PRODUCTO TERMINADO CONFORME	8	FALTA DE ORDEN, ESTANDIRAZACION	8	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	384	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA	7	5	280
	COSER EL DESPESADO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	3	OPERARIO	2	60	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION	2	1	20
	MAQUINA RECTADORA EN MAL ESTADO	RETRASO PRODUCTO SIGUIENTE	8	FALTA DE MANTENIMIENTO	7	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	6	336	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	6	5	240

TRANSPORTAR DE RECTA A PLANCHA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	4	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	144	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA	5	5	100
REALIZAR PROCESO DE COSTURA - PLANCHA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DE LA PLANCHA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	294	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA	6	5	210
	CORTAR EL CUERPO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	6	OPERARIO	2	120	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION	5	1	50
	QUEMAR LA TELA CON LA PLANCHA	CAMBIO DE PIEZA QUEMADA	10	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	7	OPERARIO	2	140	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO	6	1	60
INSPECCIONAR MUESTRA	MANCHAR LA PRENDA CON UTILES DE INSPECCION	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	252	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE COSTURA	5	5	175
REALIZAR PROCESO DE ACABADOS MANUAL	PICAR PRENDA CON PIQUETERA	CAMBIO DE PIEZA PICADA	9	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	5	OPERARIO	4	180	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO	4	3	108
	CORTAR O INCAR EL CUERPO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	7	OPERARIO	2	140	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION	6	1	60
	MANCHAR LA PRENDA CON UTILES DE TRABAJO	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	8	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	6	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	288	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE ACABADOS	5	5	200
TRANSPORTAR DE MANUAL A PLANCHA	MANCHAR LA TELA CON SUCIEDAD DEL AMBIENTE	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	7	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	5	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	3	105	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE ACABADOS	4	2	56
REALIZAR PROCESO ACABADOS - PLANCHA	PLANCHAR EN MAL ESTADO	RETRASO PROCESO SIGUIENTE	7	FALTA DE MANTENIMIENTO	5	INSPECCION POR PARTE DEL MECANICO	4	140	IMPLEMENTAR UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	4	3	84
	MANCHAR LA PRENDA CON SUCIEDAD DE LA PLANCHA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	8	FALTA DE ORDEN, LIMPIEZA Y ESTANDIRAZACION	7	INSPECCION SIMULTANEA CON LA OPERACION / INSPECCION FINAL	6	336	IMPLEMENTAR UN PROGRAMA 5'S EN EL PROCESO DE ACABADOS	6	5	240
	QUEMAR EL CUERPO DEL OPERARIO	ACCIDENTE, INACAPACIDAD DEL OPERARIO, PROCESO INTERRUMPIDO	10	USO INADECUADO O FALTA DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD.	6	OPERARIO	2	120	PROCEDIMIENTO DE QUECHEO PARA EL USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION	5	1	50
	QUEMAR LA PRENDA CON LA PLANCHA	PRODUCTO TERMINADO NO CONFORME	9	FALTA DE CAPACITACION AL OPERARIO	6	OPERARIO	3	162	IMPLEMENTAR MANUALES DE PROCESO	5	2	90

Fuente: Elaboración propia.

### **5.3 Contrastación de Hipótesis**

Primero se constató la hipótesis de la muestra, que es el grupo 5, luego la hipótesis específica y por último la hipótesis general.

Para reflejar numéricamente los resultados de este trabajo de investigación se utilizó el programa MINITAB

#### **Prueba de T-Student**

Se utilizó la prueba T-Student para muestras relacionadas, pues se efectuaron 2 medidas en momentos diferentes de tiempo, antes y después de la implementación de la metodología Lean Manufacturing, y la variable aleatoria de la hipótesis es numérica. Para poder proseguir con la T-Student, primero se comprueba que los datos se comporten normalmente

#### **Prueba de Normalidad**

Con esta prueba se corrobora si la variable numérica, tiempo de transporte y el tiempo de parada de máquina, se comportan normalmente.

#### **5.3.1 Hipótesis de la muestra**

##### **MUESTRA 5S**

Existirá una diferencia significativa entre el tiempo de transporte en proceso del grupo 5 antes de la Implementación de la metodología Lean Manufacturing y el tiempo de transporte en proceso con la metodología implantada.

Ingresando los tiempos de transporte en proceso a la base de datos del programa MINITAB.

### **CUADRO N° 30 TIEMPOS DE TRANSPORTE EN PROCESO**

#### **ANTES DE LA IMPLEMENTACION**

ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN					
	TIEMPO TRASLADO MOLDE	TIEMPO TRASLADO CORTE	TIEMPO TRASLADO COSTURA	TIEMPO TRASLADO ACABADOS	TOTAL
MUESTRA	TTM	TTCE	TTCA	TTA	TOTAL
M1	1889.6 min	686.5 min	4180.2 min	844.0 min	7600.3 min
M2	1853.3 min	654.2 min	4224.8 min	835.6 min	7567.9 min
M3	1847.2 min	593.8 min	4213.1 min	878.7 min	7532.9 min
M4	1892.5 min	696.8 min	4091.5 min	898.7 min	7579.4 min
M5	1875.4 min	628.4 min	4294.0 min	835.1 min	7632.8 min

Fuente: Elaboración propia.

### **CUADRO N° 31 TIEMPOS DE TRANSPORTE EN PROCESO**

#### **DESPUES DE LA IMPLEMENTACION**

DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN					
	TIEMPO TRASLADO MOLDE	TIEMPO TRASLADO CORTE	TIEMPO TRASLADO COSTURA	TIEMPO TRASLADO ACABADOS	TOTAL
MUESTRA	TTM	TTCE	TTCA	TTA	TOTAL
M1	872.5 min	457.6 min	2717.2 min	616.1 min	4663.4 min
M2	833.3 min	436.2 min	2811.1 min	610.0 min	4690.5 min
M3	875.4 min	395.9 min	2738.5 min	641.5 min	4651.2 min
M4	827.2 min	464.5 min	2724.5 min	654.6 min	4670.7 min
M5	869.6 min	418.9 min	2726.1 min	609.6 min	4624.3 min

Fuente: Elaboración propia.



Criterio para determinar Normalidad:

P-Valor  $\Rightarrow \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos NO provienen de una distribución normal

**CUADRO N° 32 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE TIEMPOS  
DE TRANSPORTE EN PROCESO**

TTM	P-Valor (ANTES) = 0.366	>	$\alpha=0.05$
	P-Valor (DESPUES) = 0.911	>	$\alpha=0.05$
TTCE	P-Valor (ANTES) = 0.746	>	$\alpha=0.05$
	P-Valor (DESPUES) = 0.667	>	$\alpha=0.05$
TTCA	P-Valor (ANTES) = 0.669	>	$\alpha=0.05$
	P-Valor (DESPUES) = 0.308	>	$\alpha=0.05$
TTA	P-Valor (ANTES) = 0.157	>	$\alpha=0.05$
	P-Valor (DESPUES) = 0.567	>	$\alpha=0.05$

Fuente: Elaboración propia.

En ambos casos de los 4 procesos la significancia es mayor que 0.05, por lo tanto, se aceptará la hipótesis nula.

Se concluye que los datos de tiempos de transporte en proceso provienen de una Distribución Normal.

Continuando con la prueba de T-Student.

**CUADRO N° 33 PRUEBA 1 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN  
MOLDE**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
TTM S/5S	5	1871.6	20.7	9.2
TTM C/5S	5	843.4	35.4	15.8
Diferencia	--	1028.2	32	14.3

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 33 se puede observar que la media de los tiempo de transporte en molde antes de la implementación Lean Manufacturing es 1871.6 min y la media con la implementación Lean Manufacturing es 843.4, min de donde podemos concluir que efectivamente disminuye en 1028.2 min. Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

**Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):**  
**Valor T = 71.90**  
**Valor p = 0.000**

Ho = No hay diferencia significativa entre el tiempo de trasporte en proceso de molde antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre el tiempo de trasporte en proceso de molde antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , Rechace Ho (Se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , **no** rechace Ho (Se acepta Ho)

**P-Valor = 0.000 <  $\alpha$  = 0.05**

Se puede observar que la significancia es 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

### Resultado:

Hay diferencia significativa en las medias de los tiempos de transporte en proceso de corte antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

**CUADRO N° 34 PRUEBA 2 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN CORTE**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
TTCE S/5S	5	651.9	42.3	18.9
TTCE C/5S	5	452	30.9	13.8
Diferencia	--	199.9	58.1	26

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 34 se puede observar que la media de los tiempo de transporte en corte antes de la implementación Lean Manufacturing es 651.9 min y la media con la implementación Lean Manufacturing es 452, min de donde podemos concluir que efectivamente disminuye en 199.9 min.

Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

**Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):**  
**Valor T = 7.69**  
**Valor p = 0.001**

Ho = No hay diferencia significativa entre el tiempo de transporte en proceso de corte antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre el tiempo de transporte en proceso de

corte antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , Rechace  $H_0$  (Se acepta  $H_1$ )

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , **no** rechace  $H_0$  (Se acepta  $H_0$ )

$$\mathbf{P\text{-}Valor = 0.000 < \alpha = 0.05}$$

Se puede observar que la significancia es 0.001, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

### **Resultado:**

Hay diferencia significativa en las medias de los tiempos de transporte en proceso de costura antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

### **CUADRO N° 35 PRUEBA 3 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN COSTURA**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
TTCA S/5S	5	4200	73.8	33
TTCA C/5S	5	2731.1	20.4	9.1
Diferencia	--	1469.9	80.7	36.1

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 35 se puede observar que la media de los tiempos de transporte en costura antes de la implementación Lean Manufacturing es 4200 min y la media con la implementación Lean Manufacturing es 2731.1, min de

donde podemos concluir que efectivamente disminuye en 14696 min.

Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

**Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):**

**Valor T = 40.70**

**Valor p = 0.000**

Ho = No hay diferencia significativa entre el tiempo de transporte en proceso de costura antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre el tiempo de transporte en proceso de costura antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , Rechace Ho (Se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , **no** rechace Ho (Se acepta Ho)

**P-Valor = 0.001 <  $\alpha = 0.05$**

Se puede observar que la significancia es 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

### **Resultado:**

Hay diferencia significativa en las medias de los tiempos de transporte en proceso de costura antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

**CUADRO N° 36 PRUEBA 4 – TIEMPO DE TRANSPORTE EN  
ACABADOS**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
TTA S/5S	5	858	28.1	12.5
TTA C/5S	5	647.8	36.3	16.2
Diferencia	--	210.3	60.5	27.1

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro N° 36 se puede observar que la media de los tiempo de transporte en acabados antes de la implementación Lean Manufacturing es 858 min y la media con la implementación Lean Manufacturing es 647.8, min de donde podemos concluir que efectivamente disminuye en 210.3 min.

Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):

Valor T = 7.77

Valor p = 0.00

Ho = No hay diferencia significativa entre el tiempo de trasporte en proceso de acabados antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre el tiempo de trasporte en proceso de acabados antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , **Rechace** Ho (Se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , **no** rechace Ho (Se acepta Ho)

**P-Valor = 0.000 <  $\alpha$  = 0.05**

Se puede observar que la significancia es 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

### Resultado:

Hay diferencia significativa en las medias de los tiempos de transporte en proceso de acabados antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

### MUESTRA TPM

Existirá una diferencia significativa entre el tiempo de parada de máquina del grupo 5 antes de la Implementación de la metodología Lean Manufacturing y el tiempo de parada de maquina con la metodología implantada.

Ingresando los tiempos de transporte en proceso a la base de datos del programa MINITAB

**CUADRO N° 40 TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA ANTES  
DE LA IMPLEMENTACION**

ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN				
	TIEMPO PARADA DE MAQUINA CORTE	TIEMPO PARADA DE MAQUINA COSTURA	TIEMPO PARADA DE MAQUINA ACABADOS	TOTAL
MUESTRA	TPMCE	TPMCA	TPMA	TOTAL
M1	1075.0 min	3414.7 min	1833.8 min	6323.4 min
M2	1069.4 min	3409.3 min	1624.7 min	6103.3 min
M3	958.3 min	3468.8 min	1798.8 min	6225.8 min
M4	1124.0 min	3395.2 min	1903.4 min	6422.5 min
M5	1029.5 min	3499.8 min	1853.0 min	6382.2 min

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO N° 41 TIEMPOS DE PARADA DE MÁQUINA**  
**DESPUES DE LA IMPLEMENTACION**

DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN				
	TIEMPO PARADA DE MAQUINA CORTE	TIEMPO PARADA DE MAQUINA COSTURA	TIEMPO PARADA DE MAQUINA ACABADOS	TOTAL
MUESTRA	TPMCE	TPMCA	TPMA	TOTAL
M1	574.4 min	1726.2 min	924.9 min	3225.5 min
M2	586.8 min	1786.8 min	826.5 min	3200.1 min
M3	512.3 min	1692.5 min	904.7 min	3109.5 min
M4	602.8 min	1749.9 min	897.3 min	3250.0 min
M5	589.4 min	1685.4 min	928.1 min	3202.9 min

Fuente: Elaboración propia.

Dejar al programa analizar los datos, de donde se obtiene las siguientes imágenes.

Criterio para determinar Normalidad:

P-Valor  $\Rightarrow \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos NO provienen de una distribución normal.



**CUADRO N° 42 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE TIEMPOS  
DE PARADA DE MÁQUINA**

TPMCE	P-VALOR(ANTES) =0.614	>	$\alpha=0.05$
	P-VALOR(DESPUÉS) =0.076	>	$\alpha=0.05$
TPMCA	P-VALOR(ANTES) =0.270	>	$\alpha=0.05$
	P-VALOR(DESPUÉS) =0.665	>	$\alpha=0.05$
TPMA	P-VALOR(ANTES) =0.190	>	$\alpha=0.05$
	P-VALOR(DESPUÉS) =0.102	>	$\alpha=0.05$

Fuente: Elaboración propia.

En ambos casos de los 3 procesos la significancia es mayor que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Se concluye que los datos de tiempos de parada de máquina provienen de una Distribución Normal.

Continuando con la prueba de T-Student.

Prueba para: tiempo de parada de máquina en corte

**CUADRO N° 43 PRUEBA 1 – TIEMPO DE PARADA DE MÁQUINA  
EN CORTE**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
TPMCE S/TPM	5	1051.2	618	277
TPMCE C/TPM	5	573.1	355	159
Diferencia	--	478.1	349	159

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 43 se puede observar que la media de los tiempo de parada máquina en corte antes de la implementación Lean Manufacturing es 1051.2 min y la media con la implementación Lean Manufacturing es 573.1 min de donde podemos concluir que efectivamente disminuye en 478.1 min. Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

**Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):**

**Valor T = 30.67**

**Valor p = 0.000**

Ho = No hay diferencia significativa entre el tiempo de parada de máquina de corte antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre el tiempo de parada de máquina de corte antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , **Rechace** Ho (Se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , **no** rechace Ho (Se acepta Ho)

**P-Valor = 0.000 <  $\alpha$  = 0.05**

Se puede observar que la significancia es 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

### **Resultado:**

Hay diferencia significativa en las medias de los tiempos de parada de máquina de corte antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

Prueba para: tiempo de parada de máquina en costura

**CUADRO N° 44 PRUEBA 2 – TIEMPO DE PARADA DE  
MÁQUINA EN COSTURA**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
TPMCA S/TPM	5	3437.5	44.6	20
TPMCA C/TPM	5	1728.2	41.9	18.7
Diferencia	--	1709.3	83.1	37.2

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 44 se puede observar que la media de los tiempo de parada de máquina en costura antes de la implementación Lean Manufacturing es 3437.5 min y la media con la implementación Lean Manufacturing es 1728.2 min de donde podemos concluir que efectivamente disminuye en 1709.4 min.

Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):

Valor T = 46.01

Valor p = 0.000

Ho = No hay diferencia significativa entre el tiempo de parada de máquina de costura antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre el tiempo de parada de máquina de costura antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , **Rechace** Ho (Se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , **no** rechace Ho (Se acepta Ho)

$$\mathbf{P\text{-}Valor = 0.000} < \alpha = 0.05$$

Se puede observar que la significancia es 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

### **Resultado:**

Hay diferencia significativa en las medias de los tiempos de parada de máquina de costura antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

Prueba para: tiempo de parada de máquina en acabados

**CUADRO N° 45 PRUEBA 3 – TIEMPO DE PARADA DE  
MÁQUINA EN ACABADOS**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
TPMA S/TPM	5	1802.7	106.5	47.6
TPMA C/TPM	5	896.3	41.1	18.4
Diferencia	--	906.4	74.4	33.3

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 45 se puede observar que la media de los tiempo de parada de maquina en acabados antes de la implementación Lean Manufacturing es 1802.7 min y la media con la implementación Lean

Manufacturing es 896.3 min de donde podemos concluir que efectivamente disminuye en 906.4 min.

Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

**Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):**

**Valor T = 27.24**

**Valor p = 0.000**

Ho = No hay diferencia significativa entre el tiempo de parada de máquina de acabados antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre el tiempo de parada de máquina de acabados antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , Rechace Ho (Se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , no rechace Ho (Se acepta Ho)

**P-Valor = 0.000 <  $\alpha = 0.05$**

Se puede observar que la significancia es 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

### **Resultado:**

Hay diferencia significativa en las medias de los tiempos de parada de máquina de acabados antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

### 5.3.2 Hipótesis específica 5S

La implementación de la metodología 5S mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto.

Ingresar las productividades mensuales a la base de datos del programa MINITAB.

**CUADRO N° 37 PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5 CON  
IMPLEMENTACION 5S**

PROCESO	ANTES - IMPLEMENTACION	DESPUES - IMPLEMENTACION
MOLDE	76%	84%
CORTE	72%	81%
COSTURA	69%	80%
ACABDOS	75%	82%

Fuente: Elaboración propia.

Dejar al programa analizar los datos, de donde se obtiene el siguiente cuadro.

Criterio para determinar Normalidad:

P-Valor  $\Rightarrow \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos NO provienen de una distribución normal

**CUADRO N° 38 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE  
PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5**

ÁREA	P-Valor (ANTES) = 0.553	>	$\alpha=0.05$
	P-Valor (DESPUES) = 0.705	>	$\alpha=0.05$

Fuente: Elaboración propia.

En ambos casos la significancia es mayor que 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Se concluye que los datos de productividad del Área de Unidad de Desarrollo de Producto provienen de una Distribución Normal.

Continuando con la prueba T-Student

Prueba para: 5S

**CUADRO N° 39 PRUEBA 1 – PRODUCTIVIDAD GRUPO 5 CON  
IMPLEMENTACION 5S**

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
ANTES	4	73%	0.0316	0.0158
DESPUES	4	82%	0.0171	0.0085
Diferencia	4	-9%	0.01708	0.00854

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 39 se puede observar que la media de los niveles de productividad antes de la implementación Lean Manufacturing es 73% y la media con la implementación Lean Manufacturing es 82%, de donde podemos concluir que efectivamente aumentamos en 9% la productividad del área.

Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

**Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0):**

**Valor T = -10.25**

**Valor p = 0.000**

Ho = No hay diferencia significativa entre los niveles de productividad antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre los niveles de productividad antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , Rechace  $H_0$  (Se acepta  $H_1$ )

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , no rechace  $H_0$  (Se acepta  $H_0$ )

$$\mathbf{P\text{-}Valor = 0.000} < \alpha = 0.05$$

Se puede observar que la significancia es 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

#### **Resultado:**

Hay diferencia significativa en las medias de los niveles de productividad antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

#### **5.3.3 Hipótesis Especifica TPM**

La implementación de la metodología TPM mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto.

Ingresar las productividades mensuales a la base de datos del programa MINITAB.



**CUADRO N° 46 PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5 CON  
IMPLEMENTACION TPM**

PROCESO	ANTES- IMPLEMENTACIÓN	DESPUÉS - IMPLEMENTACIÓN
CORTE	72%	79%
COSTURA	69%	74%
ACABADOS	75%	82%

Fuente: Elaboración propia.

Dejar al programa analizar los datos, de donde se obtienen el siguiente cuadro.

Criterio para determinar Normalidad:

P-Valor  $\Rightarrow \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos NO provienen de una distribución normal

**CUADRO N° 47 NORMALIDAD DE LOS DATOS DE  
PRODUCTIVIDAD DEL GRUPO 5**

ÁREA	P-VALOR(ANTES) =0.580	>	$\alpha=0.05$
	P-VALOR(DESPUÉS) =0.548	>	$\alpha=0.05$

Fuente: Elaboración propia.

En ambos casos la significancia es mayor que 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Se concluye que los datos de productividad del Área de Unidad de Desarrollo de Producto provienen de una Distribución Normal.

Continuando con la prueba T-Student

Prueba para: TPM

**CUADRO N° 48 PRODUCTIVIDAD GRUPO 5 CON  
IMPLEMENTACION TPM**

	N	Media	Desv.Est.	Error estandar de la media
PROD. S/5S	3	72%	0.0301	0.0174
PROD. C/5S	3	78%	0.0442	0.0255
Diferencia	3	-6%	0.0141	0.0082

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 48 se puede observar que la media de los niveles de productividad antes de la implementación Lean Manufacturing es 72% y la media con la implementación Lean Manufacturing es 78%, de donde podemos concluir que efectivamente aumentamos en 6% la productividad del área.

Ahora se corrobora si esta disminución es significativa o no lo es.

**Prueba t de diferencia media = 0 (vs. < 0)**

**Valor T = -7.64**

**Valor p = 0.008**

Ho = No hay diferencia significativa entre los niveles de productividad antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

H1 = Hay diferencia significativa entre los niveles de productividad antes y después de la implementación Lean Manufacturing.

Criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $\leq \alpha$ , Rechace  $H_0$  (Se acepta  $H_1$ )

Si la probabilidad obtenida P-Valor  $> \alpha$ , **no** rechace  $H_0$  (Se acepta  $H_0$ )

$$\mathbf{P\text{-}Valor = 0.008} < \alpha = 0.05$$

Se puede observar que la significancia es 0.008, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis interna.

#### **Resultado:**

Hay diferencia significativa en las medias de los niveles de productividad antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.

#### **5.3.4 Hipótesis general**

Se comprobó que si hay una diferencia significativa en la productividad antes y después de la implementación Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación Lean Manufacturing si tiene efecto significativo sobre la Unidad de Desarrollo de Producto.

#### **5.4 Discusión de resultados**

A partir los hallazgos encontrados se acepta la hipótesis que establece que existe diferencia significativa en las medidas de la productividad antes y después de la implementación de la metodología Lean Manufacturing. Por lo Cual se concluye que la implementación de la metodología Lean

Manufacturing si tiene efecto significativo sobre la empresa de confecciones.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Samir Alexander Mejía Carrera (2013) en su tesis “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta.”

Quien llegó a la conclusión que la implementación de las 5S es fundamental, como se pudo apreciar en este trabajo de investigación, para la implementación del mantenimiento autónomo, ya que sin la base inicial de las 5S sería muy difícil poder implementar otras herramientas de manufactura esbelta.

En la investigación también se comprobó que si hay una diferencia significativa en la productividad antes y después de la implementación de la metodología Lean Manufacturing. Por lo cual se concluye que la implementación de la metodología Lean Manufacturing si tiene efectos significativos sobre la Unidad de Desarrollo de Productivo pues la productividad el área aumento significativamente de 72% a 82%; Otros beneficios son el incremento de la capacidad productiva, ahorro de horas hombres, incremento del área de trabajo y motivación del personal.

## **CAPÍTULO VI: COSTO BENEFICIO**

Luego del análisis de la implementación de las herramientas lean manufacturing se procedió a evaluar cuál será el impacto económico de la implementación de las 5S y el mantenimiento autónomo en la unidad de desarrollo de producto. Para ello se presentó primero los costos en los que se incurrió para cada una de las herramientas y posteriormente, el ahorro generado por las mismas. Como las herramientas forman parte de una filosofía, es necesario invertir en capacitaciones a todo el personal, desde la jefatura de la unidad hasta el operario. Es por ello, que se utilizó gran tiempo del personal para su asistencia a las capacitaciones. A continuación se detallaron los costos incurridos por la implementación de cada herramienta así como el ahorro generado por las mismas y por último, el incremento de la producción. Para así finalizar con el análisis económico y ver la rentabilidad de la implementación.

Para la evaluación se consideró lo siguiente:

- El costo de hora para la evaluación del impacto económico de la implementación de mejora en el mismo por pertenecer a la misma empresa.

- La tasa a utilizar en TIR se basara en la ganancia mínima que esperan recibir los capitalistas como utilidad del dinero que puedan invertir. Por tanto, por política de la empresa se considerara una rentabilidad mínima aceptable de 20%
- La evaluación económica se realizó para un periodo de 12 meses y se analizó bajo el análisis de las herramientas VAN (valor actual neto) y TIR (tasa interna de entorno).

## **6.1 Costo de la implantación**

### **6.1.1 Costo de las 5S**

Para la implementación de 5S fue necesario realizar capacitaciones al personal de forma que se concienticen con la filosofía. Para ello se realizó primero una reunión entre todos los participantes del equipo desde la jefatura de la unidad hasta el operario. Esta primera capacitación busco mostrar el objetivo así como las características de la implementación de 5S. Siguiendo a ello, se realizaron dos reuniones más en las que el supervisor explica más a detalle y con ejemplos más relacionados con la planta el uso y la funcionalidad de la misma.

Estas reuniones se realizaron entre las jefaturas, el supervisor y los 19 operarios del área.

#### CUADRO N° 49 COSTO POR HORA-HOMBRE 5S

CAPACITACION	INTEGRANTES	CANT. PERSONAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
"importancia de la metodología 5's"	Especialista en lean manufacturing	1	S/. 280.00	S/. 280.00
	Jefatura de la unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Jefatura de Ingeniería	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Supervisor del Area	1	S/. 6.25	S/. 6.25
	Operarios	19	S/. 4.50	S/. 85.50
"implementacion de 5'S"(teorico)	Especialista en lean manufacturing	1	S/. 280.00	S/. 280.00
	Jefatura de la unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Jefatura de Ingeniería	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Supervisor del Area	1	S/. 6.25	S/. 6.25
	Operarios	19	S/. 4.50	S/. 85.50
"implemntacion de 5's (practico)	Especialista en lean manufacturing	1	S/. 280.00	S/. 280.00
	Jefatura de la unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Jefatura de Ingeniería	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Supervisor del Area	1	S/. 6.25	S/. 6.25
	Operarios	19	S/. 4.50	S/. 85.50

Fuente: Elaboración propia.

Luego de ello, se plantearon 2 reuniones más en las que el supervisor conjuntamente con los operarios realizaron talleres de implementación de 5S. De esta forma, se busca mostrar a los operarios que la implementación no es difícil, sino que se puede conseguir en base al trabajo de todos en equipo, en estas reuniones también se aprovechó para explicar los indicadores de avance que se manejaron así como la designación de operarios para la limpieza en equipos, los que será publicado en el panel. A continuación en el cuadro 50, se detallaron los costos incurridos en capacitaciones así como en el cuadro 51 el detalle de los costos de los materiales para la propuesta.

#### **CUADRO N° 50 COSTO POR CAPACITACIONES 5S**

CAPACITACION	NRO. CAPAC.	HR./ CAPAC.	HR. REQUERIDA	S./HR.	COSTO TOTAL
"inportancia de la metodologia 5'S"	1	1	1	S/. 401.75	S/. 401.75
"implemntacion de 5'S" (teorico)	1	2	2	S/. 401.75	S/. 803.50
"implemntacion de 5'S" (practico)	2	2	4	S/. 401.75	S/. 1,607.00
TOTAL					S/. 2,812.25

Fuente: Elaboración propia.

#### **CUADRO N° 51 COSTO DE MATERIALES 5S.**

MATERIALES	COSTO TOTAL
tarjetas elementos innecesarios	S/. 100.00
controles visuales (etiq, bandas, stickers)	S/. 300.00
panel avance 5's	S/. 70.00
documentacion (funciones, indicadores)	S/. 100.00
TOTAL	S/. 570.00

Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de 5S se tuvieron gastos de capacitaciones que ascienden a S/.2,812.25; y gastos de materiales en S/.570. Por tanto, los costos ascienden a S/.3,382.25 anual para la implementación de 5S

Gastos de capacitación de personal, folletería, trabajos adicionales implicados en la puesta en marcha del proyecto se toman en cuenta en esta parte de la evaluación.



La descripción de los gastos toman en cuenta las actividades que se realizaron durante la implementación de 5S. Se consideró a todo el personal como parte del equipo de trabajo de cada área, dado que para mantener y mejorar de forma continua cada área se hace necesaria su participación. Las actividades tomadas en cuenta para esta implementación son las siguientes:

- Una capacitación de una hora en 5S, enfocado en concientización del personal de planta involucrado directamente con la mejora.
- Dos hora de realización del inventario y clasificación de los materiales en las ares de trabajo de las líneas de envasado. Se divide al personal en grupo por líneas de trabajo para realizarlo en forma rápida. Los materiales son colocados en cajas marcadas con etiquetas autoadhesivas.
- Cuatro horas para ordenar las zonas de trabajo con el equipo de trabajo.
- Implementación de organización: impresiones, etiquetas, autoadhesivas.

### **6.1.2 Costo de TPM**

En cuanto al TPM, se realizaron capacitaciones al personal, sobre implantación de OEE, auditoria de mantenimiento, mantenimiento autónomo. Las cuales estuvieron a cargo de un consultor interno, que desarrollo un sistema teórico- práctico, de tal manera que los empleados se encuentran involucrados con el área de trabajo, e identifique los principales aspectos del mantenimiento. A continuación, se muestra en el cuadro 52 los costos asociados a su implementación.

### CUADRO N° 52 COSTO POR HORA-HOMBRE TPM

CAPACITACION	INTEGRANTES	CANT. PERSONAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
"IMPLEMENTACION DE OEE"	Especialista en lean manufacturing	1	S/. 280.00	S/. 280.00
	Jefatura de la unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	jefatura de mantenimiento	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Jefatura de Ingenieria	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Supervisor del Area	1	S/. 6.25	S/. 6.25
	Operarios	8	S/. 4.50	S/. 36.00
"AUDITORIA DE MANTENIMIENTO"	Especialista en lean manufacturing	1	S/. 280.00	S/. 280.00
	Jefatura de la unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	jefatura de mantenimiento	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Jefatura de Ingenieria	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Supervisor del Area	1	S/. 6.25	S/. 6.25
	Operarios	8	S/. 4.50	S/. 36.00
"MANTENIMIENTO AUTONOMO"	Especialista en lean manufacturing	1	S/. 280.00	S/. 280.00
	Jefatura de la unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	jefatura de mantenimiento	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Jefatura de Ingenieria	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Supervisor del Area	1	S/. 6.25	S/. 6.25
	Operarios	8	S/. 4.50	S/. 36.00

Fuente: Elaboración propia.

### CUADRO N° 53 COSTO POR CAPACITACIONES TPM

CAPACITACION	NRO. CAPAC.	HR./ CAPAC.	HR. REQUERIDA	S/./HR.	COSTO TOTAL
IMPLEMENTACION DE OEE	1	2	2	S/. 367.25	S/. 734.50
AUDITORIA DE MANTENIMIENTO	2	2	4	S/. 367.25	S/. 1,469.00
MANTENIMIENTO AUTONOMO	2	2	4	S/. 367.25	S/. 1,469.00
TOTAL					S/. 3,672.50

Fuente: Elaboración propia.

### CUADRO N° 54 COSTO DE MATERIALES TPM

MATERIALES	COSTO TOTAL
documentacion (funciones, indicadores)	S/. 80.00
TOTAL	S/. 80.00

Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de TPM se tuvieron gastos de capacitaciones que ascienden a S/.3,672.50; y gastos de materiales en S/.80. Por tanto, los costos ascienden a S/.3,752.25 anual para la implementación de TPM

Gastos de capacitación de personal, folletería, trabajos adicionales implicados en la puesta en marcha del proyecto se toman en cuenta en esta parte de la evaluación.

La descripción de los gastos toman en cuenta las actividades que se realizaron durante la implementación de TPM. Se consideró solo al personal relacionado con el mantenimiento de las maquinas incluyendo personal que está en continuo trabajo con estas como parte del equipo de trabajo de cada área, dado que para mantener y mejorar de forma continua cada área se hace necesaria su participación. Las actividades tomadas en cuenta para esta implementación son las siguientes:

- Una capacitación de dos horas en TPM - OEE, enfocado en concientización del personal de planta involucrado directamente con la mejora.
- Cuatro horas de realización de auditoría y control de procedimientos. Se divide al personal en grupo por líneas de trabajo para realizarlo en forma rápida.
- Cuatro horas para dar a conocer y familiarizarse con el mantenimiento autónomo.
- Implementación de organización: impresiones, etiquetas, autoadhesivas.

## 6.2 Ahorro de la implantación

### 6.2.1 Ahorro de 5S

En el capítulo 5 se planteó el objetivo de la implementación de la metodología de las 5S para reducir el tiempo de transporte en proceso de 7,581.5 min a 4,674.3 min, por lo tanto, se estarían ganando 2,907.2 min. Mensuales y 34,886.4 min anuales.

**CUADRO N° 55 TIEMPO DE REDUCCION**

PROCESO	ACTUAL (MIN)	META (MIN)	REDUCCIÓN (MIN)	% REDUCCIÓN	INCREMENTO DE PRODUCCIÓN (MENSUAL)
PROCESO MOLDE	1871.6 min	843.4 min	1028.2 min	55%	2.62
PROCESO CORTE	651.9 min	452.0 min	199.9 min	31%	1.94
PROCESO COSTURA	4200.0 min	2731.1 min	1468.9 min	35%	2.75
PROCESO ACABADOS	858.0 min	647.8 min	210.2 min	24%	1.21
TOTAL	7581.5 min	4674.3 min	2907.2 min	38%	2.39

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se considera el uso de:

**CUADRO N° 56 CANTIDAD DE PERSONAL DISPONIBLE**

PROCESO	PERSONAL	MIN. DISP	MIN. REQ. AÑO
MOLDE	2.0 operarios	291840 min	221721 min
CORTE	0.6 operarios	87552 min	63470 min
COSTURA	3.0 operarios	437760 min	301949 min
ACABADOS	1.0 operarios	145920 min	109402 min
TOTAL	6.6 operarios	963072 min	696541 min

Fuente: Elaboración propia.

Aumentando la disponibilidad de tiempo requerido a 731,427.4 min anuales, comparando esto con el tiempo de ciclo necesario para producir una muestra (1,218 min) da como resultado una posibilidad de producir 50 muestras al mes, equivalente a 600 muestras al año resultando en 28 muestras más que la producción anual actual. Para realizar la evaluación económica se considera que por cada muestra vendida se gana el 25% del precio de lista.

Entonces, sabiendo que el precio de venta promedio es de 650 por muestra. La empresa estaría obteniendo un ingreso económico de S/. 18,200 anuales.

#### **CUADRO N° 57 RECURSOS 5S**

<b>RECURSOS</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
capacitaciones	S/. 2,812.25
tarjetas elementos innecesarios	S/. 100.00
controles visuales (eti, bandas, stickers)	S/. 300.00
panel avance 5's	S/. 70.00
documentacion (funciones, indicadores)	S/. 100.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 3,382.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se procedió a realizar en análisis financiero de la implementación de 5S para lo cual se utilizaron el VAN y el TIR como herramientas financieras para evaluar la implementación de lo propuesto en el capítulo 5.

En el cuadro 58 se muestra el flujo de caja para el periodo de 12 meses.

**CUADRO N° 58 FLUJO DE CAJA 5S**

MES	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS		1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67
SALIDA	-3,382.25	-	-	-	-	-	-
FLUJO DE CAJA	-3,382.25	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67

MES	7	8	9	10	11	12
INGRESOS	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67
SALIDA	-	-	-	-	-	-
FLUJO DE CAJA	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67	1,516.67

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al flujo de caja mostrado en el cuadro 58 se procedió a calcular el VAN y el TIR.

- TASA: 20%
- VAN: S/. 3,350.6
- TIR: 44%

Luego de realizar el cálculo de las herramientas financieras se puede afirmar lo siguiente:

- Como el VAN es positivo se puede afirmar que el proyecto de implementación de 5S es rentable.
- Como la TIR (44%) es mayor que la tasa (20%) se puede afirmar que el proyecto de implementación de 5S es rentable.

### 6.2.2 Ahorro de TPM

En el capítulo 5 se planteó el objetivo de la implementación de la metodología TPM para reducir el tiempo de parada de máquina de 6,291.4 min a 3,197.6 min, por lo tanto, se estarían ganando 3,093.8 min. Mensuales y 37,125.6 min anuales.

**CUADRO N° 59 TIEMPO DE REDUCCION**

PROCESO	ACTUAL (MIN)	META (MIN)	REDUCCIÓN (MIN)	% REDUCCIÓN	INCREMENTO DE PRODUCCIÓN (MENSUAL)
PROCESO CORTE	1051.2 min	573.1 min	478.1 min	45%	4.29
PROCESO COSTURA	3437.5 min	1728.2 min	1709.3 min	50%	3.22
PROCESO ACABADOS	1802.7 min	896.3 min	906.4 min	50%	4.72
TOTAL	6291.4 min	3197.6 min	3093.8 min	49%	3.73

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se considera el uso de:

**CUADRO N° 60 CANTIDAD DE PERSONAL DISPONIBLE**

PROCESO	PERSONAL	MIN. DISP	MIN. REQ. AÑO
MOLDE	2.0 operarios	291840 min	221721 min
CORTE	0.6 operarios	87552 min	63470 min
COSTURA	3.0 operarios	437760 min	301949 min
ACABADOS	1.0 operarios	145920 min	109402 min
TOTAL	6.6 operarios	963072 min	696541 min

Fuente: Elaboración propia.

Aumentando la disponibilidad de tiempo requerido a 733,666.6 min anuales, comparando esto con el tiempo de ciclo necesario para producir una muestra (1,218 min) da como resultado una posibilidad de producir 50 muestras al mes, equivalente a 602 muestras al año resultando en 30 muestras más que la producción anual actual. Para realizar la evaluación económica se considera que por cada muestra vendida se gana el 25% del precio de lista.

Entonces, sabiendo que el precio de venta promedio es de 650 por muestra. La empresa estaría obteniendo un ingreso económico de S/. 19,729 anuales.

Cuadro 61 recursos a utilizar para la implementación de TPM

#### **CUADRO N° 61 RECURSOS TPM**

RECURSOS	COSTO TOTAL
capacitaciones	S/. 2,812.25
documentacion (funciones, indicadores)	S/. 80.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 2,892.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se procedió a realizar en análisis financiero de la implementación de TPM para lo cual se utilizaron el VAN y el TIR como herramientas financieras para evaluar la implementación de los propuesto en el capítulo 5.



En el cuadro 62 se muestra el flujo de caja para el periodo de 12 meses.

### CUADRO N° 62 FLUJO DE CAJA TPM

MES	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS		1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08
SALIDA	-2,892.25	-	-	-	-	-	-
FLUJO DE CAJA	-2,892.25	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08

MES	7	8	9	10	11	12
INGRESOS	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08
SALIDA	-	-	-	-	-	-
FLUJO DE CAJA	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08	1,644.08

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al flujo de caja mostrado en el cuadro 62 se procedió a calcular el VAN y el TIR.

- TASA: 20%
- VAN: S/. 4,406.2
- TIR: 57%

Luego de realizar el cálculo de las herramientas financieras se puede afirmar lo siguiente:

- Como el VAN es positivo se puede afirmar que el proyecto de implementación de TPM es rentable.
- Como la TIR (57%) es mayor que la tasa (20%) se puede afirmar que el proyecto de implementación de TPM es rentable.

## **CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

Luego de la utilización de la metodología Lean Manufacturing para establecer el diagnóstico de la situación inicial y proponer mejoras para la Unidad de Desarrollo de Producto de la empresa en estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó la influencia de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad de la unidad de desarrollo de producto logrando cumplir los objetivos propuestos y las hipótesis planteadas en el capítulo I del trabajo de investigación.
2. Mediante la aplicación AMEF se determinó las principales causas de la baja productividad en la Unidad de Desarrollo de Producto siendo estas el transporte en proceso por causa del orden y limpieza para la que se utilizó la metodología 5S y las paradas de máquina por mantenimiento para la que se utilizó la metodología TPM.
3. Se determinó la influencia de la aplicación de la metodología 5S en la productividad de la unidad de desarrollo de producto obteniendo esta un porcentaje de reducción del 39%.
4. Se determinó la influencia de la aplicación de la metodología TPM en la productividad de la unidad de desarrollo de producto obteniendo esta un porcentaje de reducción del 49% y un OEE de 81 %

5. Luego de realizar la evaluación económica en el capítulo 6, se concluye que la inversión necesaria para la implementación de las propuestas de mejora son justificables, que presentan un VAN positivo y un TIR por encima del 20% (rentabilidad mínima esperada por la empresa).
6. Para la implementación de las propuestas de mejora planteadas en el capítulo 5, es necesaria la participación de toda la organización desde la gerencia hasta los operarios. Cabe resaltar, que es importante la cooperación de los operarios, ya que gracias a la experiencia que ellos transmiten se pudo realizar el levantamiento de información acompañado de entrevistas cortas, entre otras. De esta manera, su aporte ayuda a reconocer en vista preliminar los principales problemas a atacar y las posibles soluciones a proponer.

## **7.2 Recomendaciones**

Es importante que para la implementación de las herramientas propuestas toda la organización se sienta comprometida con el cambio, así mismo, tener presente que el objetivo será cada vez más competitivo, por tanto la implementación de estas mejoras solo será el inicio de la mejora continua en la empresa.

Se recomienda a la empresa hacer seguimiento al desarrollo de las herramientas Lean propuestas. Así mismo, se recomienda la capacitación constante concerniente a la filosofía Lean para con el personal, de esta manera ayudara a que cuando se presente algunos problemas estos puedan ser detectados a tiempo y así poder aplicar los correctivos respectivos.

Las propuestas de mejora fueron aplicadas al grupo más importante en la unidad de desarrollo de producto como es el grupo 5. Se recomienda que con la misma metodología de trabajo es factible realizar mejoras en los otros grupos.

## Referencias

- Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J. & Tinoco & Aldavert, X. (2016). "5S para la mejora continua.". España: Cims.
- Belohlavek, P. (2006). "OEE: OVERALL Equipment Effectiveness". Buenos Aires: Blue Eagle Group.
- Cuatrecasas, L. & Torrell, F. (2010). "TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva". Barcelona: Profit.
- Gacharná, V. & González, D. (2013). "Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing". Bogotá
- Imai, M. (2007). Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa. México, D.F.: CECSA.
- Lean Solutions. (1999-2017). Bogotá. Recuperado de <http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/>
- Mejía, S. (2013). "Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta". Perú.
- Orozco, E. (2016). "Plan de Mejora para aumentar la Productividad en el área de producción de la empresa de Confecciones Deportivas Todo Sport ". Chiclayo 2015. Perú.
- Rey, F. (2001). Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo. Madrid: Fundación Confemetal.
- Rey, F. (2005). Las 5S: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo. Madrid:

Fundación Confemetal.

Ruiz de Arbulo, P. (2007). La gestión de costes en Lean Manufacturing. España: Netbiblo.

Sánchez, Y. (2003). "Optimización del cálculo de recursos productivos para cotización de una empresa de confecciones". Lima, Lima, Perú.

Sánchez, J. & Rajadell, M. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Díaz de Santos.

Sampiere, H., Collado, F., & Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.

Tinoco, Tinoco & Moscoso (2016). "Aplicación de las 5S para mejorar la percepción de cultura de calidad en microempresas de confecciones textiles en el Cono Norte de Lima." Lima, Lima, Perú

Vargas, H. (2004). Manual de Implementación de las 5S. España.

## Anexos

### Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGIA
¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto?	Determinar la influencia de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad en la unidad de desarrollo de producto.	La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la unidad de desarrollo de producto.	<b>Variable dependiente:</b> La productividad de la Unidad de Desarrollo de Producto.	<b>Enfoque :</b> Cuantitativo
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICA</b>		
¿De qué manera la implementación de la metodología 5S mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto?	Determinar la influencia de la aplicación de la metodología 5S en la productividad de la unidad de desarrollo de producto.	La aplicación de la metodología 5S mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto.	<b>Variable Independiente:</b> Las Herramientas Lean Manufacturing.	<b>Nivel :</b> Explicativo
¿De qué manera la implementación de la metodología TPM mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto?	Determinar la influencia de la aplicación de la metodología TPM en la productividad de la unidad de desarrollo de producto.	La aplicación de la metodología TPM mejora la productividad de la unidad de desarrollo de producto.		
				<b>Diseño:</b> Pre – Experimental

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo 2: DESCRIPCION DE LA EMPRESA EN ESTUDIO**

El presente descripción pretende brindar un acercamiento a la realidad actual de la empresa en estudio. Para ello se describe la estructura de organización y el sistema productivo para luego analizar los principales problemas e identificar oportunidades de mejora.

### **Descripción general de la empresa**

La empresa en estudio desde hace más de sesenta años se dedica a la producción, comercialización y desarrollo de muestras para damas como abrigos, chalecos, blusas, pantalones, sacos, etc. siendo este último su producto estrella. Esto debido a que representa el mayor porcentaje de ventas respecto a los demás productos y que además presenta una demanda poco fluctuante. La capacidad productiva con la que cuenta la empresa permite, además satisfacer la demanda local.

Actualmente la empresa se encuentra en medio de la implementación de un sistema de gestión de calidad, mediante la obtención del ISO 9001.

### **Perfil organizacional**

La organización comunica la razón de existencia de la empresa a través de su misión y el propósito de la misma a través de su visión

#### **Misión:**

Elaborar diseños y productos que superen las expectativas de nuestros clientes, vistiendo a la mujer peruana con exclusividad, elegancia y la calidad que ella se merece, logrando el bienestar y satisfacción de nuestros clientes y colaboradores.



**Visión:**

Ser líderes en el mercado nacional y reconocido en el mercado internacional por la calidad superior de nuestros diseños y productos de vanguardia, con modernidad e innovación que satisfagan a nuestros clientes.

Cuenta con una serie de directrices que guían la operación de la empresa, lo cual se refleja en la política que se muestra líneas abajo

**La política de calidad:**

Es interpretar las necesidades de nuestros clientes, cumplir con las especificaciones de cada producto desarrollado, estableciendo parámetros y cumpliendo con los estándares de nuestros procesos, impulsando una cultura de calidad basada en nuestro principio de excelencia el cual integra: la honestidad, el liderazgo, la responsabilidad social y la seguridad en nuestras operaciones para el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad.

Dicha política muestra el compromiso de la alta dirección en cumplir con los requisitos legales aplicables y corporativos, prevenir la contaminación, evitar accidentes y mejorar continuamente.

### **Descripción de la organización de la empresa**

La gerencia administra las áreas de comercial, planeamiento, diseño, UDP, logística, producción, ingeniería y control de calidad.

#### **Área Comercial:**

Es el área que se encarga de realizar las labores de seguimiento, captación y fidelización de los clientes. Se encarga de las estrategias de publicidad e imagen de la empresa.

#### **Planeamiento:**

Es el área que se encarga de la planificación y control de los procesos teniendo en cuenta las fechas de las entregas de los diferentes productos que la empresa elabora.

#### **Diseño:**

Es el área encargada de desarrollar las fichas técnicas plasmando los requisitos de los clientes los cuales serán utilizados en los diferentes procesos.

#### **Unidad de Desarrollo de Producto:**

Es el área encargada de desarrollar todas las muestras o prototipos que luego serán producidos en el área de producción, buscando siempre la optimización de la eficiencia productiva y métodos de mejora de acuerdo a las estrategias de la empresa.

- **Molde:** se encarga de elaborar los moldes de manera que se prevea al área de corte en tiempo y calidad adecuada
- **Corte:** se encarga de hacer el tizado y cortar la tela de manera que se prevea al área de costura en tiempo y calidad adecuada

- **Costura:** se encarga de hacer el confeccionado del producto de manera que se prevea al área de acabados en tiempo y calidad adecuada

- **Acabados:** se encarga de dar el acabado final del producto de manera que se prevea la fecha de entrega en tiempo y calidad adecuada.

#### Logística:

Es el área que se encarga de velar por las necesidades internas de la empresa para lograr realizar sus actividades diarias con todos los implementos necesarios, materias primas. También realiza la búsqueda y la evaluación de los proveedores en base a estándares de calidad organizacional.

#### Producción:

- **Corte:** se encarga de hacer el tizado y cortar la tela de manera que se prevea al área de costura en tiempo y calidad adecuada

- **Costura:** se encarga de hacer el confeccionado del producto de manera que se prevea al área de acabados en tiempo y calidad adecuada.

- **Acabados:** se encarga de dar el acabado final del producto de manera que se prevea la fecha de entrega en tiempo y calidad adecuada.

#### Ingeniería:

Es el área que se encargada de formular y evaluar propuestas estratégicas de la planta en coordinación con la dirección de operaciones con el fin de elevar la competitividad de la organización.

**Control de calidad:**

Es el área que establece las especificaciones técnicas de los diversos productos y garantiza que el producto cumpla con los estándares de satisfacción del cliente.

La estructura y diseño de la organización, la información de los organismos no está oficializada ni es pública, se diseñó para el presente trabajo de investigación en base con la colaboración del personal de la empresa.

**Anexo 2 Organigrama de la empresa**

Fuente: Elaboración propia

### **Descripción del sistema productivo**

Se describe las principales etapas de los procesos que implican la elaboración de molde, corte de la tela, confección y acabado final de la muestra; las variables que se controlan antes, durante y al final del proceso productivo en mención; los sistemas de gestión empleados; las líneas de producción con las que se cuentan y sus principales equipos; y las métricas o indicadores que se manejan actualmente para medir el rendimiento de los procesos principales.

### **Descripción productiva de la Unidad de Desarrollo de Producto**

El proceso comienza con la recepción de los materiales a utilizar como son las fichas técnicas, papel craf, tela, hilos, cinta, adhesivo, cola de rata, etc. los cuales son seleccionados según los requerimientos de la ficha técnica mediante un check list y transportados por la habilitadora al modelista quien será el encargado de realizar el primer proceso el cual será el de la elaboración del molde de la muestra seleccionada. Seguidamente el habilitador transportara el molde conjuntamente con todos los materiales hacia el cortador quien tendra la tela y tizara siguiendo el patrón del molde y elaborara las operaciones de corte. En esta etapa se controlaran variables como medidas (se controlan que las medidas de las piezas cortadas sigan las especificaciones de las fichas técnicas). Luego de esta etapa sigue el proceso de confección donde se realizaran todas las operaciones requeridas para la muestra seleccionada. En esta etapa se controlaran variables como medidas (se controlan que las medidas de las costuras cumplan con los ensanches correctos, que los pespuntos tengan las distancias correctas, que las distancias entre ojales, bolsillos, etc. sean los especificados en la fichas técnicas). Al terminar el proceso de costura se pasa al proceso de control de calidad donde compararan la muestra con las fichas

técnicas y corroboraran que se hayan cumplido todas las especificaciones brindadas por el cliente finalizado este proceso y con todos los cambios realizados se procederá al proceso de acabados donde se realizan las operaciones manuales como lo son pegado de botón, pegado de placa, limpieza, volteado o según lo requiera el modelo y las operaciones de plancha donde se dará el ultimo asentado a la muestra.

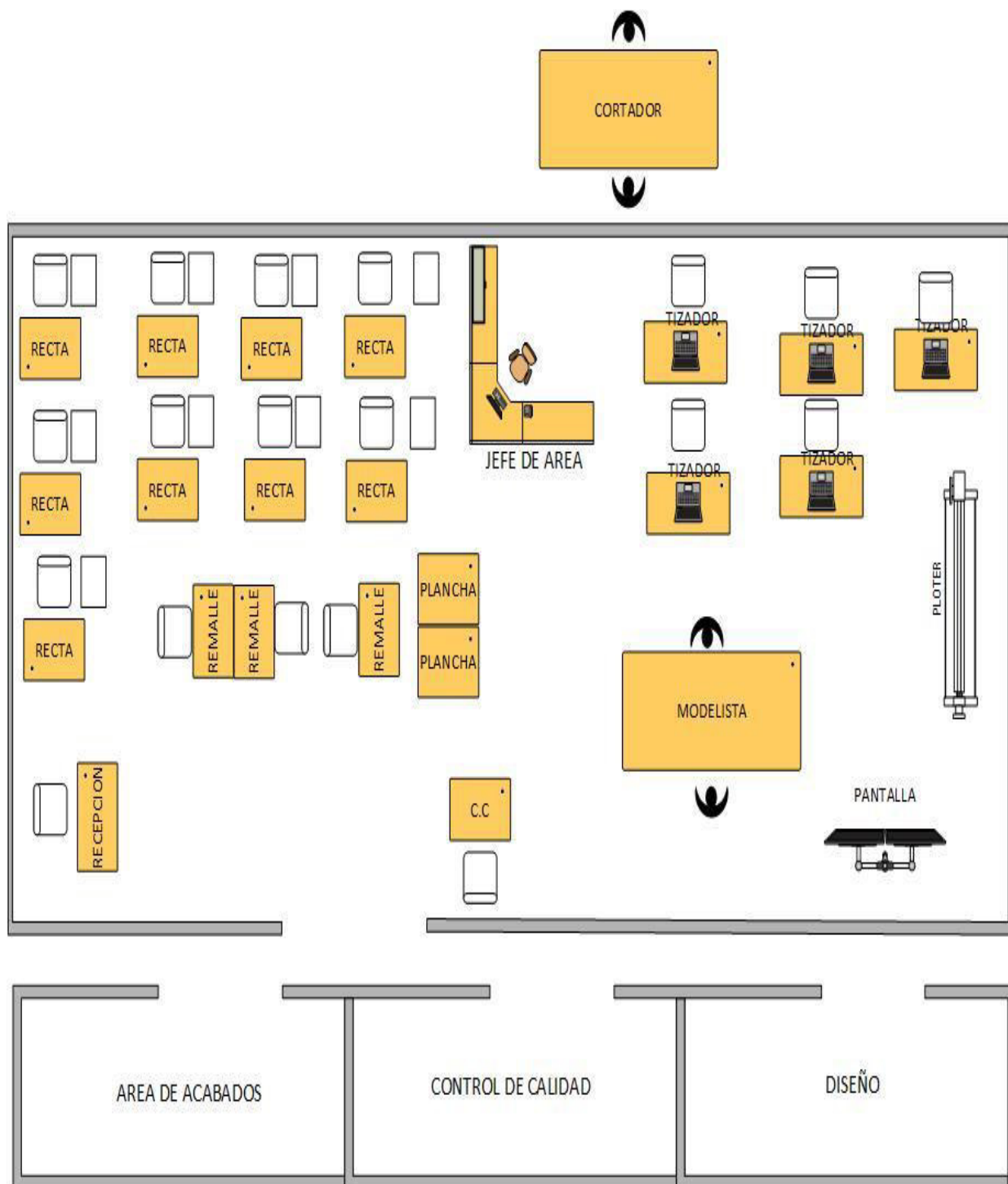
### **Estaciones de trabajo y maquinaria de confección actual**

La empresa en estudio cuenta con diferentes tipos de maquinaria, en el caso del área de unidad de desarrollo de producto se tiene maquinas rectas, remalladoras, planchas. Se cuentan con un 30% de máquinas nuevas y un 70% de máquinas antiguas y de origen extranjero lo cual dificulta la posibilidad de adquirir repuesto en caso de falla, pues no se tiene el dinero necesario para realizar importaciones.

### **Descripción de los principales productos**

La empresa en estudio cuenta con dos líneas de productos: línea store y línea de uniformes. Los productos de la línea store están orientados al mercado interno y que estarán a la venta en sus respectivas boutiques las cuales se encuentran en diferentes provincias del Perú. Los productos de la línea de uniforme están orientados a las licitaciones, concursos públicos o privados los cuales siguen un estricto proceso de convocatoria y que serán analizados en este trabajo.

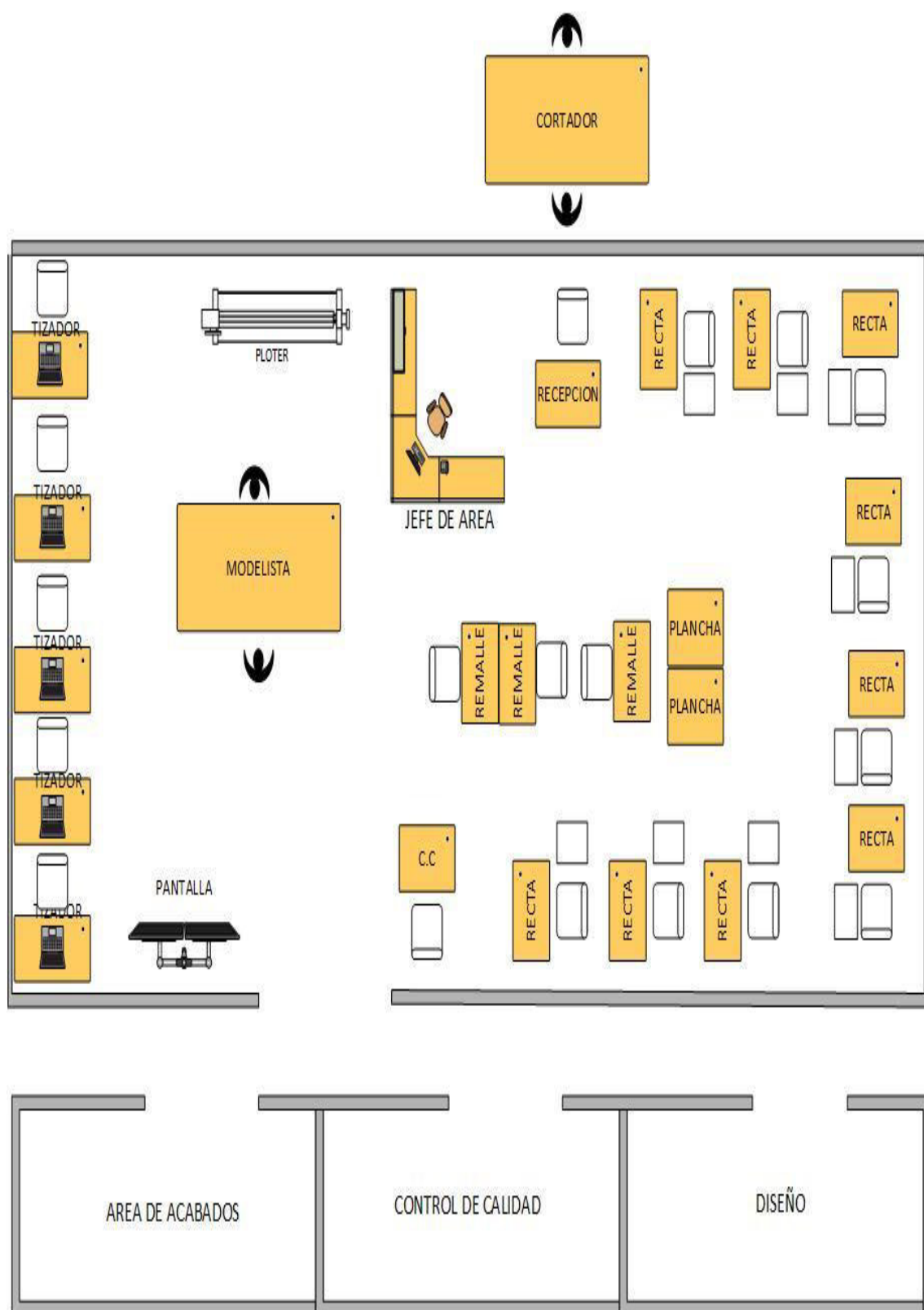
### Anexo 3 Estaciones de trabajo y maquinaria actual



Fuente: Elaboración propia



#### Anexo 4 Estaciones de trabajo y maquinaria propuesta



Fuente: Elaboración propia